

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.Д. Гомеля

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

**з напрямку підготовки (спеціальність) 6.051301 Хімічна технологія (161  
Хімічні технології та інженерія)**

**на тему: Цех з виробництва газетного паперу в системі Відкритого  
акціонерного товариства «Жидачівський целюлозно-паперовий  
комбінат» з розробленням технологічного потоку**

Виконала:

студентка IV курсу, групи ЛЦ-51

Туцька Світлана Анатоліївна \_\_\_\_\_

Керівник:

К.т.н., доц.,

Трембус І.В. \_\_\_\_\_

Рецензент: \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студентка \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

# ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП 5119. 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	87	
3	A1	ДП 5119. 01.000 ТК	Технологічна схема	1	
4	A1	ДП 5119. 02.000 ТК	План цеху	1	
5	A1	ДП 5119. 03.000 ТК	Поперечний розріз	1	
6	A1	ДП 5119. 04.000 ТК	Поздовжній розріз	1	

				ДП 4109 00.000.00		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Туцька С.А.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Трембус І.В.				1	1
Заф.каф.	Гомеля М.Д.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП Гр. ЛЦ-41	

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет інженерно-хімічний

(повна назва)

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший бакалаврський

Спеціальність (спеціалізація) 6.051301 Хімічна технологія (161 Хімічні технології та інженерія)

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.Д. Гомеля

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проект (роботу) студенту**

Туцькій Світлані Анатоліївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Цех з виробництва газетного паперу в системі Відкритого акціонерного товариства «Жидачівський целюлозно-паперовий комбінат» з розробленням технологічного потоку

керівник проекту (роботи) Трембус Ірина Віталіївна к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «22» травня 2019 р. № 1323-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 07 червня 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) газетний папір зниженої маси марки ПГ-1, продуктивність 95 тис. т/рік.

4. Зміст (дипломної роботи) пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Описати та обґрунтувати розроблення технологічного потоку, розробити технологічну частину, розрахувати матеріальний баланс, навести теоретичні відомості, описати та розрахувати механіко-енергетичну частину, описати будівельну частину та розробити заходи щодо охорони навколишнього середовища.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням

обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) технологічна  
схема, план цеху, поздовжній розріз, поперечний розріз.

6. Дата видачі завдання 15 квітня 2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання	15.04.2019	
2	Реконструкція технологічної схеми	15.04.2019 – 29.04.2019	
3	Технологічна частина	29.04.2019 – 03.05.2019	
4	Розрахункова частина	03.05.2019 – 11.05.2019	
5	Оформлення графічної частини	11.05.2019 – 25.05.2019	
6	Будівельна частина	25.05.2019 – 31.05.2019	
7	Розробка заходів з захисту довкілля	31.05.2019 – 04.06.2019	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

С.А. Туцька

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

І.В. Трембус

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

# **Пояснювальна записка до дипломного проекту**

**на тему: Цех з виробництва газетного паперу в системі Відкритого  
акціонерного товариства «Жидачівський целюлозно-паперовий комбінат» з  
розробленням технологічного потоку**

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 87 стор., 7 табл., 4 рис., 15 першоджерел, 1 додаток

Здійснено обґрунтування розробки технологічного потоку з виробництва газетного паперу в системі Відкритого акціонерного товариства «Жидачівський целюлозно-паперовий комбінат» продуктивністю 95 тис. т/рік.

Наведено основні вимоги до сировини та готової продукції.

Розроблено та описано технологічну схему виробництва газетного паперу зниженої маси марки ПГ-1.

Виконано розрахунки матеріального балансу води та волокна, а також теплового балансу контактного сушіння.

Наведено теоретичні відомості про основні технологічні процеси.

Наведено об’ємно-планувальне рішення будівлі цеху та заходи щодо охорони навколишнього середовища на підприємстві.

ЦЕЛЮЛОЗА, ДЕРЕВНА МАСА, РОЗМЕЛЮВАННЯ, НАПІРНИЙ ЯЩИК, СИМФОРМЕР, TVIN-VER ПРЕС, СУШІННЯ, КАЛАНДР, ГАЗЕТНИЙ ПАПІР

					ДП 5119.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата	Цех з виробництва газетного паперу в системі Відкритого акціонерного товариства „Жидачівський целюлозно-паперовий комбінат” з розробленням технологічного потоку	Літ.	Арк.	Акркцшів
Розроб.	Тицька С.А.						6	87
Перевір.	Трембис І.В.					«КПІ ім. Ігоря Сікорського», ІХФ, ЛЦ-51		
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.	Трембис І.В.							

## ABSTRACT

Graduation project: 87 p., 7 tab., 4 fig., 15 primary sources, 1 appendix

The substantiation of the development of the technological flow for the production of newsprint in the system of an open joint-stock company "Zhidachivsky pulp and paper plant" with a productivity of 95 thousand tons/year is grounded.

The basic requirements for raw materials and finished products are given.

The technological scheme of production of the pressed paper of the lower mass PG-1 is developed and described.

The calculations of the material balance of water and fibers, as well as the thermal balance of contact drying, have been fulfilled.

Theoretical information about the main technological processes is given.

The volume-planning decision of the building of the shop and measures on environmental protection at the enterprise are presented.

CELLULOSE, WOOD PULP, ROLLING, PRESSURE BOX, SYMFORMER, TVIN-  
VER PRESS, DRYING, CALENDER, NEWSPAPER PAPER

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
1 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ГАЗЕТНОГО ПАПЕРУ .....	11
2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ГАЗЕТНОГО ПАПЕРУ .....	14
2.1 Характеристика сировини та готової продукції .....	14
2.2 Технологічна схема та її опис .....	19
2.3 Теоретичні відомості про основні технологічні процеси .....	24
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ГАЗЕТНОГО ПАПЕРУ .....	37
3.1 Блок-схема балансу води та волокна .....	37
3.2 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу .....	38
3.3 Розрахунок матеріального балансу .....	40
3.4 Тепловий баланс .....	66
4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ .....	68
5 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ГАЗЕТНОГО ПАПЕРУ .....	79
6 ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	81
ВИСНОВКИ .....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	84
ДОДАТОК .....	86

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



## ВСТУП

Вітчизняна целюлозно-паперова промисловість (ЦПП) сьогодні – це близько 100 підприємств, що здійснюють виробництво і переробку паперу та картону. Щорічно галузь забезпечує випуск товарів на 5,5 млрд. гривень, при цьому 50 % його припадає на 42 потужні підприємства, розташовані у Львівській, Київській, Чернігівській, Луганській, Житомирській, Дніпропетровській, Одеській та Хмельницькій областях. Питома вага галузі в об'ємі промислового виробництва України нині становить 1,3 %. У галузі працює більше 35 тис. працівників [1].

В Україні целюлозно-паперова промисловість має переважно переробний характер. Існуючі потужності підприємств галузі з виробництва паперу і картону розраховані в основному на переробку целюлозної сировини та макулатури. Через відсутність власної сировинної бази є рентабельним розвиток виробництва малотоннажних і спеціальних видів паперу і картону – папір конденсаторний, антикорозійний, сигаретний, папір з синтетичних волокон для використання у військово-промисловому комплексі, пергамін, пакувальний, фільтрувальний папір і картон, а також санітарно-гігієнічний папір. Також економічно доцільно випускати газетний папір зниженої маси.

Газетний папір – один з найбільш масових видів паперу для друку. Обсяг виробництва газетного паперу в світі перевищує 35 млн т. Річне споживання газетного паперу на душу населення в світі складає близько 6 кг, в Європі – 13 кг, в США – 44 кг [2].

Випускається різноманітний асортимент газетного паперу. Газетний папір містить у своєму складі до 75 % волокон деревної маси та використовується для виробництва газет та книжок в паперовій обкладинці [3].

Газетний папір в Україну переважно імпортується, оскільки вітчизняні підприємства не мають необхідних потужностей для випуску конкурентноспроможної продукції, а імпортний папір є дешевшим і якіснішим.

Українським виробником газетного паперу до недавнього часу був

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Жидачівський целюлозно-паперовий комбінат, який розташовано на Львівщині. Підприємство випускало лише 30 % паперу від потреби українського ринку. На даний момент технологічна лінія виробництва газетного паперу свою роботу припинила [4].

Враховуючи тенденції зростання потреби населення у продукції целюлозно-паперової галузі, актуальною є мета даного дипломного проекту – розроблення технологічного потоку з виробництва газетного паперу в системі приватного акціонерного товариства «Жидачівський целюлозно-паперовий комбінат», марки ПГ-1 продуктивністю 95 тис.т/рік, з метою забезпечення потреб у ньому власного ринку.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

# 1 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ГАЗЕТНОГО ПАПЕРУ

До 2014 року Жидачівський ЦПК виготовляв 36 тис. тон на рік газетного паперу, що становило біля 30 % від річного споживання поліграфічними підприємствами [4]. На сьогодні комбінат відновив свою роботу, проте газетний папір на підприємстві не випускається.

Газетний папір є найбільш доступним за ціною, якщо порівнювати з іншими видами паперу для друку. Тому зараз на ньому друкуються не лише газети, але й журнали, книги, каталоги та довідники, а також бухгалтерські бланки та книги обліку. Також газетний папір використовують для виробництва шкільних зошитів.

Саме тому на сьогоднішній день є актуальним розроблення технологічного потоку з виробництва газетного паперу, адже потреба ринку зростає, а через нестабільну політичну ситуацію кількість імпорту зменшується.

В якості сировини для виробництва газетного паперу використовують термомеханічну, хіміко-термомеханічну або хіміко-механічну деревну масу з додаванням певної кількості вибіленої або напіввибіленої целюлози. Використання дефібрерної деревної маси в композиції паперу призводить до швидкої реверсії білості паперу та до його ламкості, саме тому в наш час використовують деревну масу, отриману більш сучасними способами, що дає змогу отримати папір кращої якості [3].

Середня маса 1 м<sup>2</sup> газетного паперу становить 38 – 50 г, тому даний вид паперу виготовляється на високошвидкісних папероробних машинах (ПРМ) марки Б-15. Білість даного виду паперу становить близько 60 %, що дає змогу використовувати дешевші волокнисті напівфабрикати з меншою білістю. Газетний папір зниженої маси характеризується досить високим показником непрозорості (92 – 95 %), який досягається додаванням в композицію паперу деревної маси, що подається рідким потоком. Такий папір має низьку зольність та не проклеюється в масі.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Для кращого дотримання цих показників якості пропонується включити в технологічну схему виробництва газетного паперу наведені нижче конструктивні рішення.

Згідно з ТУ У 21.1 – 02126811 – 071 – 2002 обрано наступну композицію паперу: 65 % сульфітної вибіленої целюлози марки Б-ІІ та 35 % білої деревної маси (ДМ) марки А, що дозволяє здешевити виробництво та покращити показники якості паперу.

Оскільки целюлоза надходить у сухому вигляді, то її необхідно розволокнити у гідророзбивачі та розмолоти до ступеня млива 60 – 65 °ШР. Для розмелювання запропоновано встановити однодискові млини. Оскільки хвойна целюлоза належить до волокнистих напівфабрикатів, які порівняно важко розмелюються, приріст ступеня млива на кожному млині становить близько 8 °ШР.

Згідно вимогам стандарту газетний папір зниженої маси марки ПГ1 не потребує проклеювання, тому в композиційний басейн подається целюлоза і ДМ рідким потоком, а також зворотній брак.

Для забезпечення рівномірного випуску маси на сітку ПРМ запропоновано встановити напірний ящик закритого типу, оскільки швидкість машини є високою та необхідно знизити турбулентність маси за подачі її на сітку ПРМ. Для рівномірного розподілу маси по усій ширині машини та усунення анізотропії готової продукції встановлюється багатотрубний поточкорозподільник з односторонньою подачею маси.

На сітковому столі використовується синтетична сітка фірми Nuusk Corporation, що виготовлена із тканини «Формекс», вона безшовна, а тому забезпечує відсутність маркування на паперовому полотні, до того ж має у 2 – 3 рази довший термін експлуатації, порівняно з бронзовими, незначну масу (приблизно у 8 разів легша), на кромках сітки не утворюються вм'ятини та мертві складки, сітка менше забруднюється, легко промивається і паперове полотно легше знімається (забезпечує вищу сухість порівняно з металевою), стійка до зміни рН середовища.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Для підвищення швидкості сіткової частини машини та її продуктивності запропоновано встановити формувальний пристрій симформер, який є комбінацією плососіткового та двосіткового формування. Симформер встановлюють при виробництві тонких видів паперу.

Пресова частина складається з комбінованого пресу Tri-vent, який складається з п'яти валів. Перший вал обладнаний вакуумною та паровою камерами, три – жолобчасті та один – гранітний. Такий прес дозволяє зменшити розміри пресової частини машини і знизити витрати енергії, до того ж пресування відбувається між двома сукнами, що фактично вдвічі збільшує ефективність зневоднення. В результаті пресування паперове полотно має сухість 42 – 48 %.

Сушильна частина складається з 62 сушильних циліндрів та двох холодильних. Сушильні циліндри розміщені по 4 в групі. Холодильні циліндри використовується для зниження температури полотна та його зволоження перед каландруванням. Це дозволяє уникнути деструкції полотна та накопичення статичної енергії.

Для каландрування газетного паперу зниженої маси встановлено машинний шестивальний каландр. Використання суперкаландру є недоцільним, оскільки гладкість паперу не є високою.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

## 2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ГАЗЕТНОГО ПАПЕРУ

### 2.1 Характеристика сировини та готової продукції

Даним дипломним проектом передбачено виготовлення газетного паперу зниженої маси згідно з ТУ У 21.1 – 02126811 – 071 – 2002 [5]. Сировиною для виробництва такого паперу є сульфітна хвойна вибілена целюлоза та деревна маса білена та біла.

Згідно з ГОСТ 3914 – 89 [6] целюлоза сульфітна вибілена з хвойної деревини призначена для виробництва різних видів паперу і картону, які виготовляються для потреб народного господарства та експорту. В залежності від призначення та показників якості целюлоза повинна виготовлятися наступних марок: АК-I, АК-II, АК-III, А, Б-I, Б-II, В. Показники якості целюлози наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники якості сульфітної хвойної вибіленої целюлози

Назва показника	Значення для марки							Методи випробувань
	АК-I	АК-II	АК-III	А	Б-I	Б-II	В	
1. Механічна міцність за розмелювання в млині ЦРА до 60 °ШР:  розривна довжина, км, не менше  міцність на злам під час багатораз. перегинів, число подвійних перег., не менше	8,0       600*	7,5       500*	7,0       350*	7,5       350*	6,5       200*	6,0       40*	7,0       100*	За ГОСТ 13525.1  За ГОСТ 13525.2

2. Білість, %, не менше	90	89	87	86	85	85	84	За ГОСТ 7690
3. Масова частка смол і жирів, %, не більше	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	За ГОСТ 6841
4. рН водної витяжки	6,0 – 7,0							За ГОСТ 12523
6. Засміченість, шт., для смітинок площею:								
від 0,1 до 1,0 мм <sup>2</sup> , включ., не більше	50	50	70	90	-	-	-	За ГОСТ 14363.3
від 0,1 до 1,5 мм <sup>2</sup> , включ., не більше	0	0	0	0	120	180	220	
в тому числі вище 1,0 до 1,5 мм <sup>2</sup> , включ., не більше	0	0	0	0	10	20	20	
7. Вологість, %, не більше	20	20	20	20	20	20	20	За ГОСТ 16932
8. Масова частка пентозанів, %, не менше	-	-	4,6	-	-	-	-	За ГОСТ 10820

У даному проекті для композиції паперу запропоновано використовувати сульфітну хвойну вибілену целюлозу марки Б-II. Призначення різних марок сульфітної хвойної вибіленої целюлози наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Призначення целюлози

Марка	Призначення
АК-I	Для високоякісних видів паперу: основи для світлочутливого діазотипного паперу, офсетного №1, типографського тонкого №1, для глибокого друку, спеціального паперу для документів, писального №0
АК-II	Для паперу креслярського, ілюстраційного, для малювання, картографічного, типографського тонкого №2, офсетного №2, писального №1, крейдованого для художніх листівок, кальки паперової натуральної
АК-III	Для паперу діаграмного, для обкладинок, основи світлочутливої діазотипної кальки, пергаміну пакувального, підпергаменту, для виготовлення шпалерів глибокого та флексографічного друку, пергаміну для кальки паперової натуральної
А	Для паперу типографського, форзацного, документного, карткового, основи для електроізоляційного паперу, паперу для перфтораторної стрічки
Б-I	Для паперу-основи для поліплена, шпалерів, санітарно-побутового та гігієнічного призначення, для телетайпної та телеграфної стрічки
Б-II	Для паперу документного, писального кольорового, обкладинок для зошитів, обгорткового
В	Для паперу папіросного (цигаркового), для покривних шарів тарного картону

Згідно з ГОСТ 10014 – 73 [7] в залежності від призначення та показників якості деревна маса повинна випускатися наступних марок:

А – вибілена деревна маса для часткової заміни вибіленої целюлози в композиції друкарського та писального паперу;

Б – біла деревна маса для типографського та писального паперу в композиції з вибіленою целюлозою, а також для деяких видів паперу в композиції з невибіленою целюлозою;

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



В – біла деревна маса для писального, кольорового, обгорткового, мундштучного, афішного паперу і картону в композиції з невибіленою целюлозою, а також для паперу і картону з покривним шаром;

Г – біла деревна маса для пачкового, текстильних патронів і конусів, обгорткового паперу, тари для яєць та інших видів паперу в композиції з невибіленою целюлозою;

К – біла деревна маса для ящикового картону марок Б, В, Г переплетеного та деяких інших видів.

Показники якості деревної маси наведено в табл. 2.3. Даним проектом передбачено використання деревної маси марки А.

Таблиця 2.3 – Показники якості деревної маси

Назва показника	Норми для марок					Метод випроб.
	А	Б	В	Г	К	
1. Ступінь млива, °ШР, не більше	75	75	75	-	-	За ГОСТ 14363.4
2. Розривна довжина, м, не менше	2900	2900	2600	2200	1900	За ГОСТ 13525.1
3. Склад деревної маси за довжиною волокон: масова частка для першої фракції (залишок волокна на сітці 9/9), %	20±3	20±3	20±3	-	-	За ГОСТ 13425
4. Засміченість - число смітинок на 1 м <sup>2</sup> :						За ГОСТ 14363.3
площею 0,1 до 0,5 мм <sup>2</sup> , не більше	500	800	1200	-	-	
площею від 0,5 мм <sup>2</sup>	Не допускається			-	-	
площею від 0,1 до 1,0 мм <sup>2</sup> , не більше	-	-	-	2700	-	
площею від 1,0 мм <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	

5. Білість, %, не менше	72	-				За ГОСТ 7690
6. Вологість, %, не більше	53	53	53	53	53	За ГОСТ
7. Вологість розрахункова, %	12	12	12	12	12	16932

Даним дипломним проектом передбачено виготовлення газетного паперу зниженої маси згідно з ТУ У 21.1 – 02126811 – 071 – 2002 [5].

В залежності від призначення і показників якості папір повинен вироблятися марок ПГ-1, ПГ-2 і ПГ-3. Даним проектом передбачено виготовлення газетного паперу зниженої маси марки ПГ-1 (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Норми показників якості паперу

Назва показника	Норма для марок			Методи випроб.
	ПГ-1	ПГ-2	ПГ-3	
1. Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	42,0 ± 1,5			Згідно з ДСТУ 2297
2. Щільність, г/см <sup>3</sup> , не менше	0,60	0,59	0,57	Згідно з ГОСТ 27015
3. Розривна довжина, м, не менше	3300	3100	2800	Згідно з ДСТУ 2334
4. Гладкість, с, не менше	50	40	30	Згідно з ДСТУ 3439
5. Непрозорість, %, не менше	95,0	92,0	92,0	Згідно з ГОСТ 8874
6. Білість, %, не менше	60	60	-	Згідно з ДСТУ 2570
7. Вищипування, од. Денісона, не менше	8	8	8	Згідно з п. 5.7
8. Засміченість – кількість смітинок на 1 м <sup>2</sup> , площею: від 1,5 до 2,0 мм <sup>2</sup> , не більше	-	9	12	Згідно з ГОСТ 13525.4
9. Вологість, %	8,0 ± 2,0			Згідно з ГОСТ 13525.19

## 2.2 Технологічна схема та її опис

На рис. 2.1 зображено технологічну схему виробництва газетного паперу зниженої маси марки ПГ-1.

Технологічною схемою передбачено виробництво газетного паперу зниженої маси марки ПГ1 з наступною композицією: 65 % сульфітної вибіленої хвойної целюлози марки Б-ІІ та 35 % білої ДМ марки А.

Хвойна целюлоза за допомогою транспортера подається зі складу сировини у гідророзбивач типу ГРВн-24 (1). Гідророзбивач працює неперервно для підтримання рівномірної концентрації маси в ньому 3,5 %, для розпуску целюлози додається реєстрова вода. Розпущена на волокна маса подається відцентровим насосом у басейн (2) для акумулювання розволокнутої маси. Далі маса подається на односторонні млини (3) для розмелювання.

Сульфітна хвойна целюлоза піддається розмелюванню в присутності води на односторонніх млинах (3) до ступеня млива 60 – 65 °ШР. Після кожних двох млинів встановлено акумулюючі басейни (4), які попереджують значне підвищення тиску маси в системі та її нагрівання, сприяють вирівнюванню концентрації та набуханню маси. Технологічною схемою передбачено встановлення шести дискових млинів. Оскільки початковий ступінь млива целюлози становить 12 – 14 °ШР, кінцевий 60 – 65 °ШР, а при збільшенні ступеня млива на кожні 8 – 10 °ШР необхідно встановити 1 млин. Далі маса подається у композиційний басейн (5), куди рідким потоком надходить біла деревна маса та зворотній брак, у кількості 12 %, після чого перекачується в машинний басейн (6). За допомогою насоса маса подається в бак постійного рівня (7).

Для забезпечення ретельного очищення маси перед папероробною машиною і для кращого формування паперового полотна, здійснюється розбавлення маси реєстровою водою до концентрації 0,75 % в змішувальному насосі №2 (8). Перед відливанням паперу розбавлена маса піддається очищенню з метою видалення забруднень, які утворилися в процесі підготовки маси. До таких забруднень відносяться мінеральні включення, питома маса яких більша за масу волокна (залишки піску, дріт та інших дрібних частинок нерослинного

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

походження). Далі зі змішувального насосу (8) маса з концентрацією 0,75 % подається на перший ступінь очищення на центриклинерах (9) під тиском 0,2 – 0,25 МПа. Під дією відцентрової сили важкі включення відкидаються до стінки корпусу та, опускаючись вниз, виводяться через жолоб важких включень. Відходи від першого ступеня збираються в закритому колекторі і після розбавлення обіговою водою до концентрації 1,2 %, поступають на другий ступінь очищення. Очищена маса з другого ступеня подається на повторне очищення на перший ступінь. Відходи другого ступеня з концентрацією 0,4 % збирають в жолобі (№2), і поступають на третій ступінь очищення. Відходи третього ступеня з концентрацією 0,67 % надходять у відвал, а очищена маса – на повторне очищення на другий ступінь. Очищена маса з концентрацією 0,7 % подається на змішувальний насос №1 (10), де розбавляється реєстровою водою до концентрації 0,6089 % перед подачею на грубе очищення.

Далі маса поступає на вузлоуловлювач закритого типу (селектифайер) (11), який очищує масу від забруднень волокнистого характеру (вузли, пучки волокон, згустки, шматочки бруду). Паперова маса подається у верхню частину апарата під тиском через тангенціально встановлений штуцер. Очищена маса під дією напору та за допомогою лопатей ротора проходить через сито і вивантажується з апарата через загальний штуцер. Маса, очищена від волокнистих включень з концентрацією 0,6 % виходить із селектифайера і подається у напірний ящик закритого типу (13). Відходи, що не пройшли через сито, опускаються вниз і видаляються на вібраційну сортувалку (12), з якої вода подається в басейн реєстрових вод (36). Включення, які затрималися на сітці, надходять в цех виробництва картону. Після очищення маса готова до відливання на сітці папероробної машини. Її подають в напірний ящик (13) закритого типу за концентрації 0,6 %.

Для швидкохідних машин є необхідним встановлення напірного ящика закритого типу, оскільки для досягнення високої швидкості випускання маси на сітку, необхідний високий тиск маси. Тому для усунення турбулентності та переливання маси, а також нерівномірного її розподілення на сітці папероробної

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

машини, встановлюють напірні ящики закритого типу.

Формування полотна відбувається за допомогою грудного валу (14) та формувальної дошки (15), на якій проходить м'яке зневоднення отриманого полотна. Далі відбувається подальше зневоднення полотна на гідропланках (16) до сухості 3,5 %. Оскільки газетний папір має знижену масу 1 м<sup>2</sup>, то гідропланки розташовані таким чином: на початку столу вони знаходяться на відносно великій відстані одна від одної, яка скорочується по довжині сіткового столу. Таке розташування гідропланок пов'язане з тим, що на початку сіткового столу зневоднююча дія гідропланок повинна бути менш інтенсивною, ніж у мокрих та відсмоктувальних ящиках. Подальше зневоднення відбувається між двома сітками, спочатку на мокрому відсмоктувальному ящику (17), а далі через башмак (18) та відсмоктувальні ящики (19), встановлені після нього. Після відсмоктувальних ящиків сухість полотна становить 13 %. Після цього полотно поступає на гауч-вал (20) з двома вакуумними камерами, після якого досягається сухість 20 %. Загалом для формування полотна в даній схемі запропонована установка симформер. Формування на цій установці – це комбінація плососіткового та двосіткового формування полотна. В наш час симформер застосовують на сучасних виробництвах газетного паперу.

Для подальшого зневоднення сире паперове полотно передається у пресову частину за допомогою вакуум-пересмоктувального пристрою. Пресова частина представляє собою п'ятивальний прес Tri-vent (21), після якого полотно досягає сухості 46 %. Така сухість досягається за рахунок чотирьох зон пресування в пресовій частині.

В сушильній частині за допомогою сушильних циліндрів (22) відбувається зневоднення полотна до необхідної сухості – 94 %. Спосіб сушіння – контактний, який відбувається за допомогою пари, яка подається в середину сушильних циліндрів. Сушіння відбувається під час контакту вологого полотна з нагрітою поверхнею сушильних циліндрів, і при вільному проходженні полотна між циліндрами. Перед подальшою обробкою паперу на машині відбувається охолодження полотна на двох холодильних циліндрах (23) для запобігання

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

деструкції волокон та накопичення статичної енергії в паперовому полотні.

Машинне оброблення паперу відбувається на шестивальному каландрі (24). Папір після каландрування проходить накат (25). Після цього отриманий папір поступає на поздовжньо-різальний верстат (26), а далі на рулоно-пакувальну машину (27) і на склад готової продукції.

Мокрий брак за концентрації 0,8 % із гауч-мішалки (32) безперервно подається на згущувач (33), де відбувається згущення маси до концентрації 3,5 %, а потім в басейн обігового браку (31). Брак, який утворився в пресовій частині, також поступає в гауч-мішалку. Із басейну обігового браку брак подається в композиційний басейн (5). Для розпуску сухого машинного браку, який утворився під час сушіння та оброблення паперу, встановлено гідророзбивач типу ГРВн-6 (28). Розпуск здійснюється з використанням реєстрової води із басейну реєстрових вод (36). Далі розволокнена маса поступає в басейн розпущеної маси (29), далі на пульсаційний млин (30) для дорозволокнення, а звідти в басейн обігового браку (31).

Передбачено також використання обігових вод. Регістрові води з концентрацією волокна 0,1723 % використовуються в гідророзбивачі хвойної целюлози, для розбавлення маси в змішувальних насосах №1 та №2, а також для розпуску обігового браку. Вода з більш низьким вмістом волокна, тобто це вода від гауч-вала, відсмоктувальних ящиків та від промивання сітки, подається в жолоби №1 та №2 батареї центриклинерів. Надлишок цієї води, а також реєстрової надходить на прояснення, після чого – на очисні споруди. Вода після дискового фільтра (34) з вмістом волокна 0,001 % направляється у басейн прояснених вод (35), а скоп з концентрацією 3,5 % надходить в басейн обігового браку.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

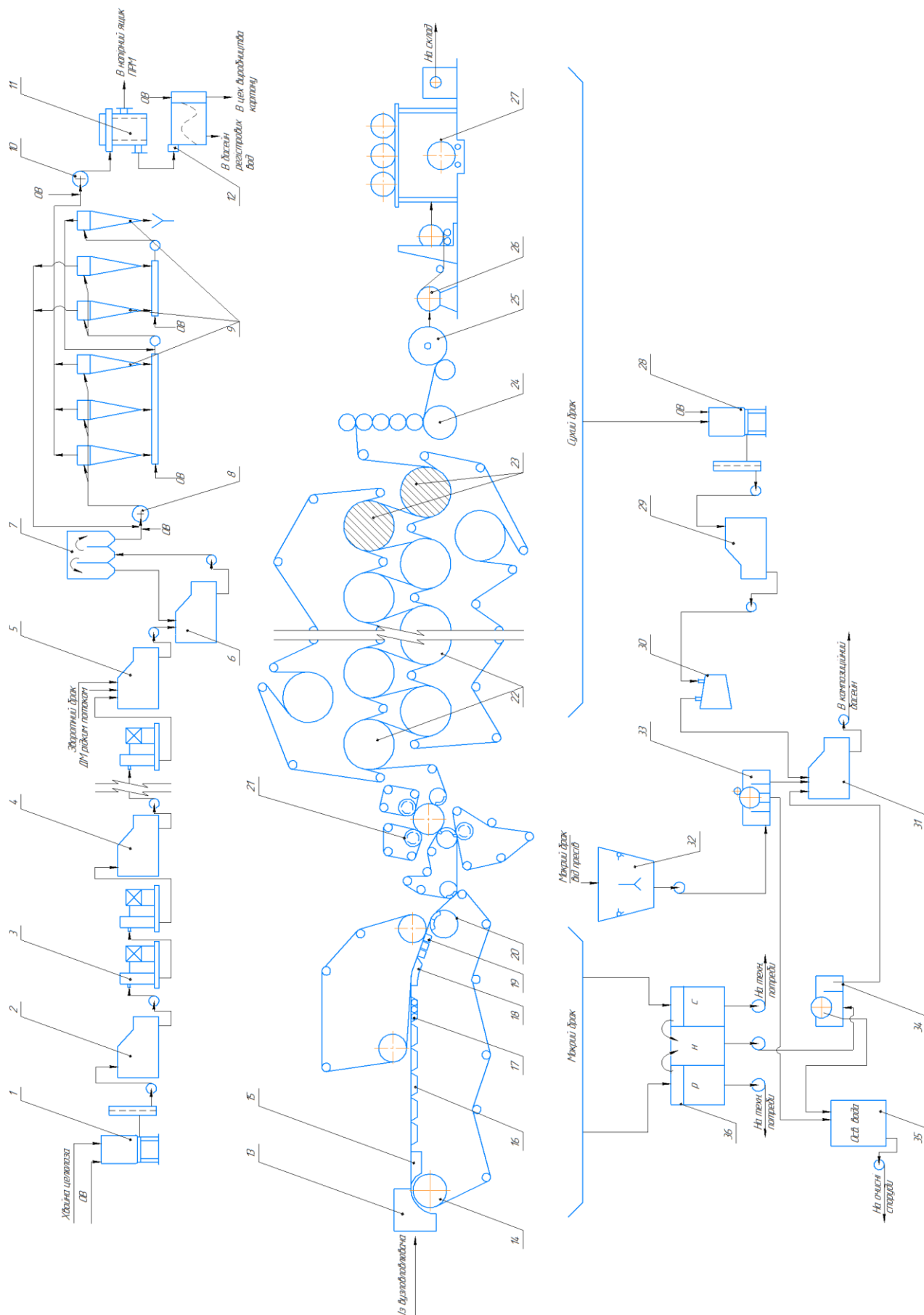


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва газетного паперу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

Арк.

23

## 2.3 Теоретичні відомості про основні технологічні процеси виробництва

### Вибір композиції паперу

Основною композицією сучасного газетного паперу є деревна маса, до якої зазвичай додається невібілена сульфітна та (або) напіввібілена сульфатна целюлоза. При виробництві газетного паперу також доцільно використовувати бісульфітну целюлозу з виходом 60 – 65 %, що дозволяє відмовитись від сульфатної целюлози.

Основою композиції газетного паперу є деревна маса. Саме вона забезпечує друкарські властивості газетного паперу. Цей напівфабрикат сприяє підвищенню пористості та поглинальної здатності паперу до типографської фарби, м'якості та еластичності паперу, отриманню паперу з рівномірним просвітом, а також зниженню прозорості отриманого продукту (рис. 2.2).

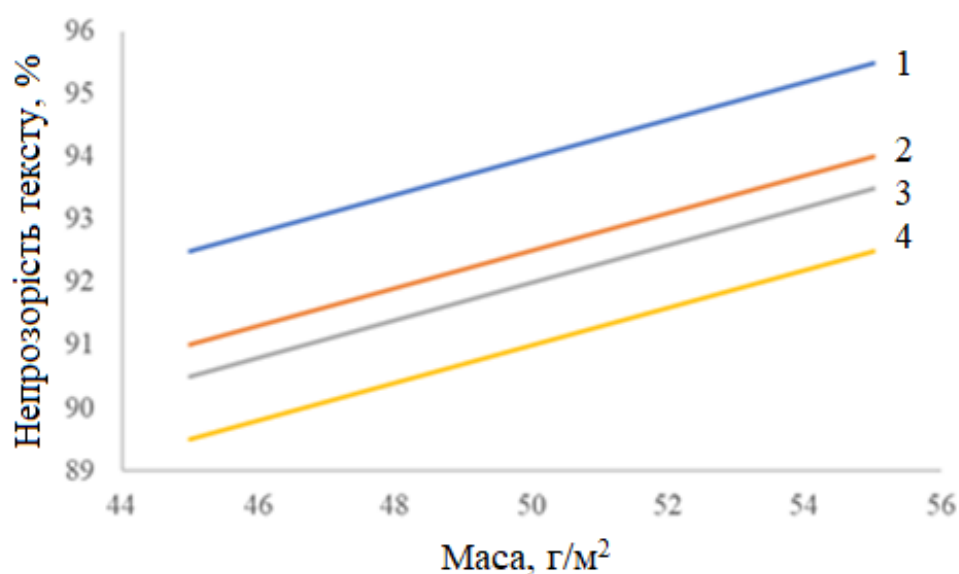


Рисунок 2.2 – Залежність непрозорості тексту від маси 1 м² газетного паперу за різного вмісту в ньому целюлози, %: 1 – 10; 2 – 15; 3 – 20; 4 – 25.

Щоб покращити якість газетного паперу спочатку використовували термомеханічну масу (ТММ). Відомі випадки виробництва газетного паперу із 100 % ТММ. В деяких випадках газетний папір виготовляють із суміші ТММ та



звичайної деревної маси без додавання целюлози, а також з використанням хіміко-термомеханічної маси (ХТММ), що дозволяє знизити масу 1 м<sup>2</sup> газетного паперу від 52 до 40 г [7].

Кращі результати слід очікувати при застосуванні у виробництві газетного паперу модифікованого мінерального наповнювача, що дозволяє знизити масу паперу без погіршення показників його якості.

Жорсткість та форма волокон деревної маси забезпечують отримання паперу з більш пористою структурою. Проте занадто крихкий папір зі зниженою щільністю, як правило, мало придатний для друку. Збільшення щільності паперу за рахунок якісної підготовки напівфабрикатів та надійного ущільнення паперового полотна в мокрій частині ПРМ призводить до покращення механічної міцності паперу. При цьому зменшується крихкість структури, поверхня полотна стає більш щільною й гладкою, порошистість зменшується. Вважається, що високі друкарські властивості має газетний папір із щільністю не менше 0,58 г/см<sup>3</sup> [7].

### **Розмелювання волокнистих напівфабрикатів**

Розмелювання волокнистих напівфабрикатів відбувається з використанням води і є однією з найважливіших технологічних операцій при виробництві паперу, оскільки визначає властивості отриманої продукції.

На розмелювання припадає найбільша частина енергії, яка витрачається у процесі виробництва паперу. На здійснення цього процесу витрачається до 70 % від загального споживання енергії. Папір, виготовлений з високоміцної, проте нерозмеленої сировини, має високу пористість, нерівномірну структуру, низьку міцність, тому є непридатним для споживання. Нерозмелені волокна погано фібрилюються, збиваються в пучки та в готовому папері мають слабкі міжволоконні зв'язки.

Розмелювання волокнистих напівфабрикатів проводять з метою надання волокнам певної довжини, товщини, надання отриманому продукту необхідної структури полотна, а також для надання волокну певного ступеня гідратації, щоб розвинути поверхню волокон та підвищити їх пластичність і гнучкість.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Розмелювання ведеться у присутності води за концентрації маси 2 – 8 % в розмелювальних апаратах періодичної і безперервної дії – ролах, конічних млинах, рафінерах та ін. Волокниста суспензія безперервним потоком поступає до ножів робочого органу апарату, що складається з нерухомо закріплених ножів (статора) і ножів, що обертаються (ротора). Проходячи між ножами ротора і статора, зазор між якими можна регулювати, волокна піддаються ріжучій дії кромek ножів і вкорочуються, розщеплюються, роздавлюються поверхнями торців ножів та фібрилюються [8].

Під час розмелювання відбуваються наступні процеси:

- волокна укорочуються під час попадання їх між ножі ротора і статора;
- волокна фібрилюються;
- волокна набухають у воді, зв'язок між фібрилами послаблюється в результаті чого волокна легше розщеплюються.

Оскільки розмелювання здійснюється у водному середовищі, то вода відіграє винятково важливу роль, тому що вона, як і волокна, містить гідроксильні групи і здатна з'єднуватися з волокнами за допомогою водневого зв'язку. Водневий зв'язок – особливий вид міжмолекулярної взаємодії між атомами водню та двома іншими електронегативними атомами: кисню, азоту, фтору й у меншій мірі хлору, сірки і т. д. Цей зв'язок виникає на відстані між атомами водню і кисню не більше  $(2,55 - 2,75) \cdot 10^{-10}$  м [7].

На першій стадії розмелювання відбувається руйнування і видалення зовнішніх оболонок волокна, Р і S<sub>1</sub>, які стримують його набухання і фібриляцію. З руйнуванням цих оболонок полегшується доступ води до вторинної стінки волокон і починається процес фібриляції, що супроводжується набуханням і пластифікацією волокон.

При внутрішній фібриляції підвищується гнучкість і пластичність волокон в результаті посиленого набухання геміцелюлоз, послаблення і часткового руйнування зв'язків між фібрилами. Така фібриляція сприяє утворенню міжволоконних зв'язків, не знижуючи міцності самого волокна, а тому вона є бажаною.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Друга, важлива дія розмелювання полягає в укороченні волокон і частковому їх розщеплюванні за довжиною, що необхідно для запобігання флокуляції волокон при листоутворенні і покращення процесу формування, а також для надання паперу необхідної структури при виготовленні тонких, жиростійких та інших видів паперу.

Таким чином, механічні процеси подрібнення волокон обумовлюють головним чином структуру паперового та картонного листа, а колоїдно-фізичні процеси – зв'язок волокон в полотні. Завдяки силам міжволоконного зв'язку папір та картон набувають щільності та міцності, а пористість і пухкість їх знижуються. Від розвитку сил зв'язку і від структури паперу або картону залежать їх властивості. Регулюючи ступінь і характер подрібнення волокон, а також ступінь гідратації їх при розмелюванні, можна змінювати властивості паперу та картону.

До чинників, що впливають на ефективність процесу розмелювання належать: тривалість розмелювання, питоме навантаження на кромки ножів, розмелювальна гарнітура, концентрація маси, кислотність маси, температура маси, кутова швидкість обертання та природа волокна.

Від тривалості розмелювання залежать ступінь розмелювання маси, вкорочення і розщеплення волокон, а також розвиток сил міжволоконних зв'язків. При збільшенні тривалості розмелювання пропускна здатність будь-якого розмелювального апарату знижується, при цьому між пропускною здатністю і тривалістю оброблення спостерігається зворотно пропорційна залежність.

Питомий тиск при розмелюванні впливає на характер розмелювання, його швидкість і ефективність. Якщо при розмелюванні будь-якого волокнистого матеріалу поступово збільшувати питомий тиск від нуля до високого значення, то спочатку волокна будуть тільки розчісуватися, потім почнуть розчіплюватися, роздавлюватися і, в кінці кінців, вкорочуватися. Питомий тиск при розмелюванні пов'язаний з величиною зазору між розмелювальними поверхнями робочої частини апарату.

Зниження концентрації маси при розмелюванні призводить до зменшення товщини волокнистого прошарку між ножами розмелювального апарату, а тому

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

волокна піддаються більш сильній ріжучій дії ножів, внаслідок чого вони більше вкорочуються і менше гідратуються. Зниження концентрації маси під час розмелювання дає той же ефект, що й підвищення питомого тиску при одній і тій же концентрації маси.

Розмелювальна гарнітура може бути металевою, базальтовою та комбінованою. Тип розмелювальної гарнітури слід вибирати із врахуванням характеру необхідного розмелювання та властивостей паперу, що виробляється.

Зміна кислотності середовища в межах  $\text{pH} = 5 - 8,5$ , при якому зазвичай проводять розмелювання, не здійснює істотного впливу на швидкість процесу розмелювання і його ефективність. Збільшення  $\text{pH}$  середовища до  $10 - 11$  прискорює процес розмелювання й дозволяє знизити витрату енергії на  $15 - 20 \%$ , так як набрякання волокна підвищується, однак целюлоза при цьому жовтіє.

Підвищення температури маси несприятливо впливає на процес розмелювання і на властивості паперу. Зниження температури маси сприяє скороченню тривалості процесу розмелювання та зниженню витрат енергії при одночасному підвищенні механічної міцності паперу.

При введенні гідрофільних добавок (крохмаль, поліакриламід, полівініловий спирт, сечовина) в паперову масу, вони адсорбуються на волокнах і тим самим сприяють інтенсивності набухання волокна, а при розмелюванні надають волокнам гнучкості та еластичності [8].

### **Деаерація маси перед відливанням на сітку**

До великих ускладнень під час відливання паперового полотна, особливо на високошвидкісних машинах, призводять піна та бульбашки повітря, що знаходяться в масі. Дослідження показали, що в паперовій масі перед напірним ящиком може міститися від  $1$  до  $5 \%$  повітря. Бульбашки повітря ускладнюють зневоднення, сприяють утворенню дефектів в папері у вигляді плям, погіршують просвіт і роблять папір менш однорідним. Піна спричиняє утворення згустків, які, потрапляючи на сітку, утворюють плями і дірки в паперовому полотні, а іноді

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

призводять до його обриву.

До захоплення повітря та розчинення його в масі призводить інтенсивне перемішування маси, низька температура та підвищений тиск в потоках маси перед відливанням, а також потрапляння повітря та змішування його з масою під тиском в трубопроводах через поганий стан сальникових ущільнень масних насосів і конічних млинів.

Причиною піноутворення є виділення розчиненого і механічно захопленого повітря, а також наявність в масі поверхнево-активних речовин, що адсорбуються на поверхні плівки, що оточує бульбашку повітря, і стабілізує піну. Такими піноутворювачами є солі жирних і смоляних кислот, які зазвичай завжди присутні в паперовій масі як у целюлозному волокні, так і в проклеювальних речовинах. Стабілізації піни сприяють також і тонкодисперсні тверді речовини, що концентруються навколо бульбашок повітря: каолін та інші мінеральні вclusions, барвники.

Підсилюють піноутворення лігносульфонати, що залишилися в сульфатній целюлозі внаслідок поганого промивання, залишки лугу в сульфатній целюлозі і залишки вибілювальних речовин [9].

Для боротьби з піною і бульбашками повітря в масі застосовують різні методи: механічне розбивання піни в жолобах і напірних ящиках вібруючими або обертовими водяними соплами; механічне глушіння піни і бульбашок повітря паром з парових сопел, що встановлюються безпосередньо над сіткою папероробної машини; колоїдно-хімічні методи – додавання в масу поверхнево-активних речовин, які витісняють піноутворюючі речовини з поверхні плівки.

### **Формування полотна**

При виготовленні газетного паперу все частіше застосовують ПРМ з формуванням паперового полотна між двома сітками, тим не менше в усьому світі працює велика кількість широких (7 – 9 м) швидкохідних (700 – 900 м/хв) ПРМ зі звичайним формуванням полотна на плоскому сітковому столі. Для злагодженої та надійної роботи таких машин необхідно використовувати синтетичні сітки

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

замість металевих, замінити реєстрові валики на гідропланки, сушильні сукна на сушильні сітки та звичайні пресові сукна на голкопробивні. Вважається, що при виробництві газетного паперу на плососіткових машинах, їх швидкість не може перевищувати 1100 м/хв. Якщо ж використовувати пристрій двосіткового формування, то можна досягнути швидкості до 1500 м/хв та отримати газетний папір з кращими показниками якості [7].

На сітковому столі одночасно здійснюється два найважливіші технологічні процеси паперового виробництва: формування полотна і видалення основної маси води. Дані процеси мають першорядне значення.

На початку сіткового столу знаходиться грудний вал діаметром 950 мм, облицьований твердою гумою. Грудний вал приводиться в обертання за рахунок тертя з сіткою. Він зменшує швидкість зневоднювання на початку сіткового столу, регулює процес відливання полотна. Для усунення прогинання сітки і уповільнення зневоднення, після грудного вала встановлюється формувальна дошка, яка має отвір для видалення води.

Основним зневоднювальним елементом сіткового столу є гідропланки. Вони складаються з прямолінійних і нахилених ( $1 - 4^\circ$ ) ділянок. Внаслідок невеликого розрідження, що виникає між сіткою і похилою поверхнею гідропланки відбувається видалення води з волокнистої суспензії.

Величина вакууму, який створюється гідропланками, у 2 – 5 разів менша, ніж реєстровими валиками, а зусилля від тиску в 20 – 25 разів менше. Внаслідок цього гідропланки створюють кращі умови для формування якісного полотна і, крім того, при їхній роботі з водою, що видаляється, втрачається на 30 – 60 % менше дрібного волокна, що має важливе значення для якості готової продукції та економічності виробництва. Загальна ширина гідропланки становить 80 мм зазвичай (50 – 120 мм), співвідношення між горизонтальною і похилою частиною знаходиться в межах 1:3 – 1:2. Після гідропланок для подальшого видалення вологи з маси встановлюється мокрий ящик з більшим вакуумом. Сухість полотна після реєстрової частини становить 2 – 4 % [9].

Подальше зневоднення до сухості 10 – 14 % здійснюється між двома сітками

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

під впливом вакууму на башмаку та відсмоктувальних ящиках. З підвищенням вакууму інтенсивність зневоднювання зростає, а також підвищуються вимої дрібного волокна, внаслідок чого якість паперу погіршується.

Ящик складається з корпусу з перфорованою кришкою. Отвори розташовані в шаховому порядку, кришка виготовлена з твердих порід деревини (бук, дуб, клен), що просочені парафіном (фенольними смолами), може бути виготовлений з тефлону, поліетилену, кераміки, та інших матеріалів з низьким коефіцієнтом тертя [7].

Відсмоктувальні ящики розташовані щільно один до одного, завдяки цьому створюється єдина безперервна зона підсосу.

Оскільки для виробництва газетного паперу використовується маса з середнім ступенем млива (60 – 65 °ШР) встановлено 3 відсмоктувальні ящики.

Після відсмоктувальних ящиків зневоднення паперового полотна до сухості 16 – 22 % здійснюється на відсмоктувальному гауч-валі під дією вакууму, що досягає 50 – 80 кПа. Гауч-вал є приводним валом. У виробництві газетного паперу було використано гауч-вал камерного типу, який складається з обертової перфорованої труби із бронзи товщиною стінки 25 – 50 мм, усередині якого знаходиться нерухома одна (можливо дві, три) відсмоктувальні камери. Розмір гауч-валу становить 1000 мм (можливі розміри 800 – 1200 мм) [8].

Для успішного виконання технологічних функцій до сітки висуваються наступні вимоги: стійкість до зміни рН та стирання, висока міцність на розрив, а також достатня щільність тканини і гарна рівномірна водопропускна здатність. Для здійснення якісного процесу формування полотна на сітці необхідно, щоб вона постійно була чистою, рівномірно натягнутою, без наявних на її поверхні складок, зморшок та інших дефектів.

### **Пресування паперового полотна**

Після сіткового столу, коли сухість паперового полотна досягає 18 – 21 %, для подальшого зневоднення паперу необхідно докласти зусилля, більш інтенсивні, ніж на сітковому столі. Це здійснюється в пресовій частині

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

папероробної машини, в міру проходження якої одночасно з підвищенням механічної міцності паперового полотна посилюється і допустимий вплив на нього, що сприяє подальшому зневодненню до досягнення сухості 25 – 42 % (іноді до 55 %). Одночасно в процесі пресування підвищується щільність і прозорість полотна, знижується пористість, повітропроникність і вбирна здатність.

При виготовленні паперу з використанням у композиції деревної маси, наприклад газетний папір, писальний та типографський № 2 і 3, а також деяких целюлозних видів паперу із невеликим ступенем млива, що мають малу усадку під час сушіння, застосовують бавовняні сукна масою близько 1,8 кг/м<sup>2</sup> [7].

Бавовняні сукна тепер часто замінюють багатошаровими бавовняними сукнами підвищеної маси з додаванням синтетичних волокон: нейлону, тирилу, азбесту. Синтетичні волокна підвищують міцність сукна, а волокна азбесту, розташовуючись на його поверхні, захищають бавовняні волокна від термічної деструкції.

Отже, пресування здійснюється на бавовняних сукнах із додаванням синтетичних волокон, які оберігають слабкий папір від руйнування, пропускають витіснену вологу й одночасно транспортують папір від пресу до пресу і далі до сушильних циліндрів.

На процес зневоднення вологого паперового полотна впливають наступні фактори: якість сукон та тип використовуваних пресів, питомий тиск пресування, композиція паперової маси і ступінь млива, температура полотна, швидкість машини та ін.

З підвищенням питомого тиску збільшується не тільки сухість паперового полотна, але і його щільність, зростають показники механічної міцності внаслідок кращого контакту між волокнами і підвищення міжволоконних зв'язків, знижується пористість.

Зі збільшенням швидкості машини зневоднення полотна на пресах погіршується, оскільки зменшується тривалість пресування. Швидкість у свою чергу залежить від композиції паперу і ступеня млива маси.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Оскільки з підвищенням температури полотна помітно знижується в'язкість води, то вона легше видаляється на пресах. Однак з підвищенням температури полотна під час пресування збільшується його маркування тканиною сукна.

За надмірного натягу паперового полотна між пресами збільшується анізотропія його механічних властивостей, тому що волокна в основному орієнтуються в машинному напрямку, тому за рухом машини знижується розтягуваність полотна і можливі його обриви. При відсутності натягу полотно провисає, що також є причиною його обривів через утворення складок.

Існує багато різних модифікацій пресів паперо- і картоноробних машин. Преси відрізняються між собою кількістю валів, конструкцією і напрямком руху води в сукні.

За кількістю валів преси поділяються на дво-, три-, чотири- і п'ятивальні, за конструкцією – на звичайні, відсмоктувальні, жолобчасті, з глухими отворами в сорочці вала, з підкладною сіткою і з сітковою панchoю. Преси поділяють також на прямі, зворотні, згладжувальні (офсетні) і гарячі.

Три-, чотири- та п'ятивальні преси відрізняються від двовальних компактністю, дозволяють зменшити розміри пресової частини машини і знизити витрату енергії, а також проводити пресування між двома сукнами, що майже вдвічі підвищує ефективність зневоднювання. Існує багато різних комбінацій розташування валів у пресах цього типу (горизонтальне, вертикальне, похиле і трикутне) [10].

### **Сушіння паперового полотна**

У процесі сушіння відбувається не тільки остаточне зневоднення паперового полотна шляхом випаровування з нього води, але й інші процеси, які визначають якість готової продукції, що багато в чому залежить від режиму сушіння.

У міру видалення води з вологого полотна відбувається подальше зближення волокон внаслідок поверхневого натягу води з утворенням міжволоконних водневих зв'язків, від кількості яких залежить щільність і міцність

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

полотна.

З усіх відомих методів сушіння паперу найпоширенішим є контактний спосіб, при якому тепло передається вологому полотну безпосередньо від поверхні сушильних циліндрів, що нагріваються зсередини парою. Цей спосіб, порівнянно з іншими, ефективніший, тому що має низку переваг, до яких варто віднести економічність і високу якість полотна.

Контактне сушіння відбувається в декілька етапів: період нагрівання, період з постійною швидкістю і період, що проходить зі зниженням швидкості сушіння [7]. Період підігріву паперу займає досить мало часу і не супроводжується значною зміною вологості. В першому періоді видаляється вільна волога, в другому – зв'язана (рис.2.3).

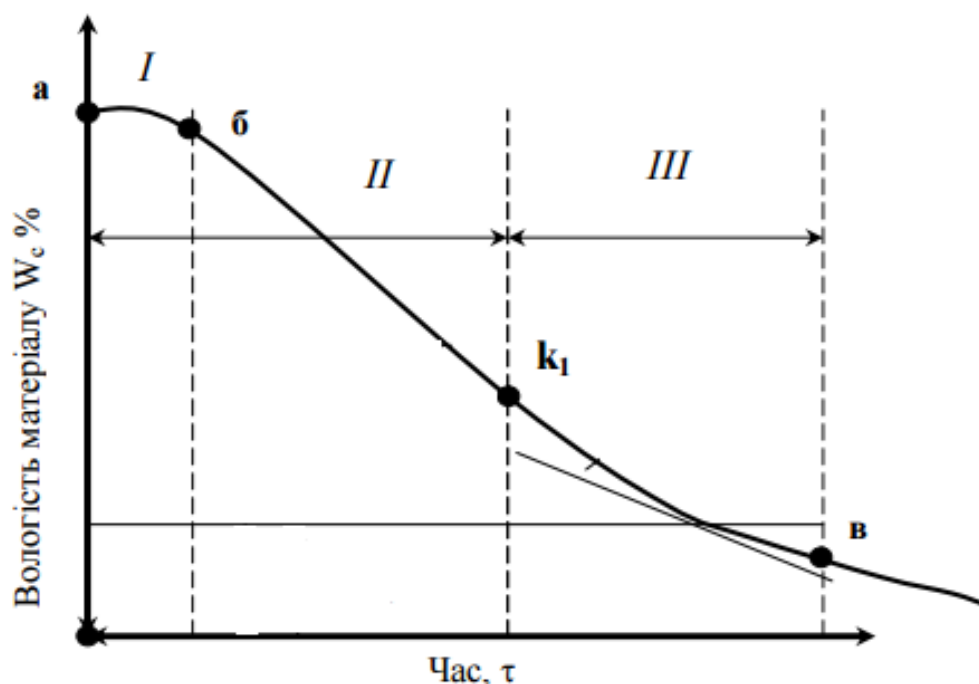


Рисунок 2.3 – Крива сушіння: I – період нагрівання; II – сушіння з постійною швидкістю; III – сушіння зі зменшуваною швидкістю.

На процес сушіння паперу впливають такі фактори: температура поверхні сушильних циліндрів, швидкість машини, властивості навколишнього повітря, загальний коефіцієнт теплопередачі від пари до полотна, властивості полотна, його товщина, композиція і ступінь млива волокна, конструктивні особливості

сушильної частини та її стан, вид сукон або сіток, їх натяг, вологість, температура та ін.

Температура поверхні сушильних циліндрів знаходиться у прямій залежності від температури пари.

Зі збільшенням швидкості машини інтенсивність процесу сушіння зростає за рахунок підвищення інтенсивності обдування полотна навколишнім повітрям на ділянках його вільного ходу між верхнім і нижнім циліндрами та більш швидкого «перевертання» полотна до стінок циліндра.

Властивості навколишнього повітря особливо впливають на ділянках вільного ходу полотна паперу та картону, де видаляється до 20 – 30 % вологи. Сушіння супроводжується виділенням пари, яку необхідно постійно відводити. Повітря, яке оточує полотно в процесі його сушіння, повинне бути теплим з невеликою вологомісткістю.

Загальний коефіцієнт теплопередачі від пари до полотна має суттєвий вплив на процес сушіння паперу чи картону. У рівняння, що характеризує загальну кількість тепла, яке може бути передане від пари до полотна, входить коефіцієнт  $K$ , який дорівнює:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

де  $\alpha_1$  – коефіцієнт теплопередачі при концентрації пари на внутрішній поверхні циліндра;

$\alpha_2$  – коефіцієнт теплопередачі на зовнішній поверхні циліндра;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопередачі стінки циліндра;

$\delta$  – товщина стінки циліндра, м.

Загальний коефіцієнт теплопередачі залежить в основному від коефіцієнтів  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$ .

Наявність на внутрішній поверхні стінки циліндра різного роду забруднень: іржі, накипу, масла та інших речовин, які мають низьку теплопровідність, також знижує загальний коефіцієнт теплопередачі. Важливе значення на розмір

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

теплового опору має товщина конденсаторного шару в циліндрі, тому теплопровідність води приблизно в 80 разів менша теплопровідності стінки циліндра з чавуну.

Фізико-хімічні властивості полотна значно впливають на процес його сушіння на машині, особливо в період видалення зв'язаної вологи. З усіх властивостей полотна найбільший вплив мають такі його показники, як товщина і маса 1 м<sup>2</sup>, вид волокна і ступінь його млива, наявність наповнювачів та інших домішок. З підвищенням товщини полотна погіршуються умови теплопередачі, крім того зростає опір проходженню пари з контактного шару до зовнішньої поверхні. Природно, що чим щільніше буде полотно, тим важче з нього буде видалятися волога під час сушіння.

Папір та картон, які виробляються з деревної маси і макулатури, висушуються на машині значно легше, ніж зі звичайних целюлозних волокон за однакового ступеня млива. Це пояснюється тим, що з підвищенням ступеня млива волокна з деревної маси і макулатури гірше набухають, менш гнучкі, при формуванні з них полотна утворюється пориста структура, яка полегшує видалення вологи з неї [8].

### Спосіб друку

Фарба для друку газет відрізняється невеликою в'язкістю, що полегшує її поглинання папером.

Газетний папір для друку кольорових газет офсетним способом повинен відрізнятися підвищеною міцністю поверхні, мінімальною порошистістю, мати підвищену міцність на розрив при достатній поглинальній здатності, що забезпечує поглинання більш липкої фарби в процесі друку. Разом з тим вимоги до гладкості такого паперу дещо знижені. Шар фарби за офсетного способу друку тонший, що дозволяє дещо знизити вимоги до світлопроникності паперу [11].

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ГАЗЕТНОГО ПАПЕРУ

#### 3.1 Блок-схема для розрахунку матеріального балансу

На рис. 3.1 наведено блок-схему для розрахунку матеріального балансу ВОЛОКНА ТА ВОДИ.

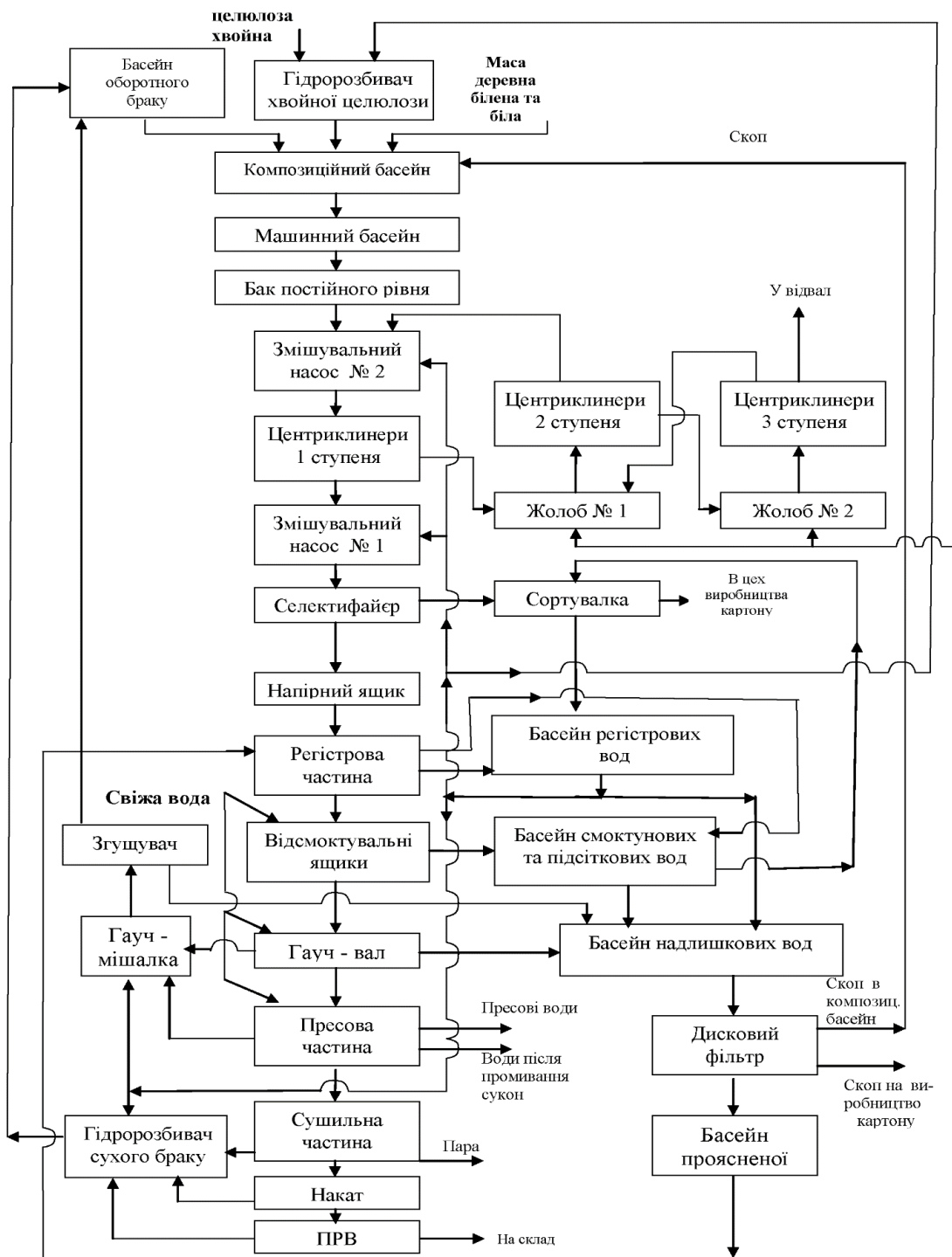


Рисунок 3.1 – Блок-схема для виробництва газетного паперу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

Арк.

37

### 3. 2 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

В табл. 3.1 наведено дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна.

Таблиця 3.1 – Дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна

Найменування статей	Вихідні дані	
	Джерело [1]	Приймаємо до розрахунку
<b>1. Масова частка волокна на різних стадіях виробництва, %</b>		
На накаті	94,0	94,0
Після пресів	42,0	46,0
Після гауч-вала	20,0	20,0
Після відсмоктувальних ящиків	10,0	13,0
Після реєстрової частини	2,8	3,5
В напірному ящику	0,5	0,60
В баці постійного рівня	3,2	3,50
В композиційному басейні	3,2	3,50
В машинному басейні	3,2	3,50
В басейні оборотного браку	3,2	3,50
Скоп після дискового фільтра	3,2	3,50
Згущувач	3,2	3,50
Гідророзбивач сухого браку	3,2	3,50
Гідророзбивач хвойної целюлози	3,2	3,50
Гідророзбивач листяної целюлози	3,2	3,50
Гауч-мішалка	1,0	0,80
Басейн оборотного браку	3,2	3,50
Після селективфайєра	0,5	0,60
Після змішувального насоса №1	0,51	0,50
Після змішувального насоса №2	0,65	0,75
Після центриклинерів 1 ступеня	0,63	0,70
Після центриклинерів 2 ступеня	0,40	0,40
<b>2. Масова частка волокна у відхідних водах, %</b>		
Регістрова вода	0,18	0,17
Підсіткові води	0,003	0,005
Відсмоктувальних ящиків	0,10	0,10
Пресові води	0,10	0,10
Від промивання сітки	0,005	0,004

Від промивання сукон	0,0012	0,001
Прояснених вод після дискового фільтра	0,0015	0,001
Від плоскої сортувалки	0,60	0,36
Згущувача	0,05	0,04
<b>3. Витрата свіжої та надлишкової води, л/т паперу</b>		
Свіжа вода на спорски і відсічки відсмоктувальних ящиків	6000,0	8500,0
Свіжа вода на промивання сукон	5000,0	6500,0
Свіжа вода на відсічки на гауч-валі	2000,0	2500,0
Надлишкова вода на сортувалку	350,0	850,0
<b>4. Кількість браку, % від маси паперу</b>		
В процесі оброблення паперу	2,0	2,0
На накаті	3,0	3,0
В процесі сушіння паперу	2,0	2,0
Мокрий брак	3,0	3,0
Після гауч-валу	2,0	2,0
<b>5. Композиція паперу, %</b>		
Целюлоза хвойна вибілена	60,0	65,0
Маса деревна білена та біла	40,0	35,0
<b>6. Масова доля відходів сортування, %</b>		
Відходи селективфайера	0,8	1,5
Центриклинерів 1 ступеня	1,2	1,2
Центриклинерів 2 ступеня	0,75	0,7
Центриклинерів 3 ступеня	0,60	0,67
Відходи плоскої сортувалки	2,0	4,0
<b>7. Сухість початкових напівфабрикатів, %</b>		
Хвойна целюлоза	88,0	88,0
Маса деревна білена та біла	3,2	3,50
<b>8. Масова частка відходів сортування, % (кг/т)</b>		
Цетриклинери I ступеня	4,5 %	5,0 %
Цетриклинери 3 ступеня	1,0 кг	1,0 %
Селективфайер	1,2 %	1,0 %

### 3.3 Розрахунок матеріального балансу

Розрахунок матеріального балансу води і волокна [12] проводимо, прив'язуючись до блоків і водопотоків згідно блок-схеми, наведеної на рис. 3.1.

#### Склад готової продукції:

На склад поступає 1000 кг паперу із заданою сухістю 94,0 %.

Отже, в ньому міститься:

абсолютно-сухого волокна:  $1000 \times 0,94 = 940$  кг,

води:  $1000 - 940 = 60$  кг.

#### Повздовжньо-різальний верстат (ПРВ):

З урахуванням 2 % браку, що утворюється під час оброблення паперу ( $1000 \times 0,02 = 20$  кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на ПРВ повинно поступити  $1000 + 20 = 1020$  кг. В папері, що проходить через ПРВ міститься:

абсолютно-сухого волокна:  $1020,0 \times 0,94 = 958,8$  кг,

води:  $1020,0 - 958,8 = 61,2$  кг.

#### Накат:

З урахуванням 3 % браку, що утворюється під час намотування паперу ( $1000 \times 0,03 = 30$  кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти  $1020 + 30 = 1050$  кг п/с паперу.

З урахуванням вологи, в папері, що проходить через накат, міститься:

абсолютно-сухого волокна:  $1050,0 \times 0,94 = 987,0$  кг,

води:  $1050,0 - 987,0 = 63,0$  кг.

#### Сушильна частина:

Для визначення кількості маси, що поступає в сушильну частину та кількості води, що випаровується в процесі сушіння паперу, складемо схему потоків в процесі сушіння:





$P_1$  – кількість маси, що поступає на сушіння, кг;

$P_2$  – кількість маси, що надходить на накат, кг;

$P_3$  – кількість води, що випаровується, кг;

$P_4$  – кількість браку, що поступає в гідророзбивач сухого браку, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 1050$  кг                       $P_1$  –?

$C_1 = 46$  %;                       $P_3$  –?

$C_2 = C_4 = 94,0$  %

Розрахунки наводимо в наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2186,52	46,00	1005,80	1180,72
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>2186,52</b>		<b>1005,80</b>	<b>1180,72</b>
На накат	1050,00	94,00	987,00	63,00
Втрати пари	1116,52	0,00	0,00	1116,52
В гідророзбивач сухого браку	20,00	94,00	18,80	1,20
<b>Відходить (всього)</b>	<b>2186,52</b>		<b>1005,80</b>	<b>1180,72</b>

Пресова частина:

свіжа вода для промивання сукон  $P$  з гауч-преса  $P_1C_1$



$P$  – кількість свіжої води, що надходить для промивання сукон, кг;

$P_1$  – кількість маси, що надходить в пресову частину, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає в сушильну частину, кг;

$P_3$  – кількість пресових вод, що поступає в стік, кг;

$P_4$  – кількість вод, які утворюються від промивання сукон і поступають в стік, кг;

$P_5$  – кількість браку, що поступає в гауч-мішалку мокрого браку, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4, C_5$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 6500$  кг;  $P_4 = P = 6500$  кг;  $P_2 = 2186,52$  кг.

$C_1 = 20$  %;  $C_2 = 46$  %;  $C_3 = 0,1$  %;

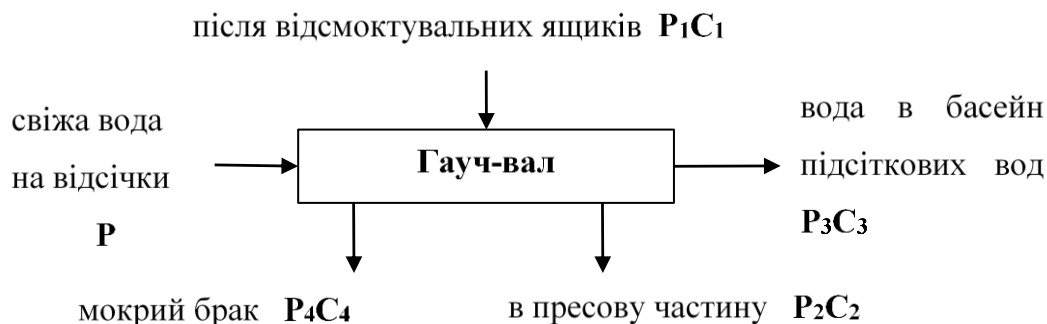
$C_4 = 0,001$  %;  $C_5 = C_2 = 46$  %.

$P_1$  –?  $P_3$  –?

Розрахунки наводимо в наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	5112,81	20,00	1022,56	4090,25
Свіжа вода для промивання сукон	6500,00	0,00	0,00	6500,00
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>11612,81</b>		<b>1022,56</b>	<b>10590,25</b>
На сушіння	2186,52	46,00	1005,80	1180,72
Пресові води	2896,28	0,1000	2,90	2893,39
Води від промивання сукон	6500,00	0,0010	0,07	6499,94
В гауч-мішалку мокрого браку	30,00	46,00	13,80	16,20
<b>Відходить (всього)</b>	<b>11612,81</b>		<b>1022,56</b>	<b>10590,25</b>

Гауч-вал:



$P$  – кількість свіжої води, що надходить для відсічок в гауч–валі, кг;

$P_1$  – кількість маси, що надходить на гауч–вал, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає в пресову частину, кг;

$P_3$  – кількість води, що поступає в басейн підсіткових вод, кг;

$P_4$  – кількість браку, що поступає в гауч–мішалку мокрого браку, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 2500$  кг;  $P_2 = 5112,81$  кг.

$C_1 = 13$  %;  $C_2 = 20$  %;

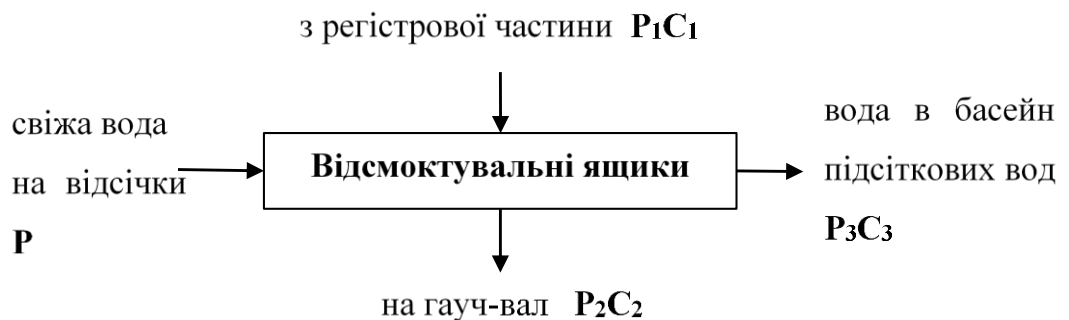
$C_3 = 0,005$  %;  $C_4 = C_2 = 20$  %.

$P_1$  –?  $P_3$  –?

Розрахунки наводимо в наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсмоктуваль- них ящиків	7898,65	13,00	1026,82	6871,83
Свіжа вода на відсічки	2500,00	0,00	0,00	2500,00
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>10398,65</b>		<b>1026,82</b>	<b>9371,83</b>
У пресову частину	5112,81	20,00	1022,56	4090,25
Води з гауч-вала	5265,84	0,0050	0,26	5265,58
На гауч-мішалку	20,00	20,00	4,00	16,00
<b>Відходить (всього)</b>	<b>10398,65</b>		<b>1026,82</b>	<b>9371,83</b>

Відсмоктувальні ящики:



$P$  – кількість свіжої води, що надходить для відсічок, кг;

$P_1$  – кількість маси, що надходить на відсмоктувальні ящики, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає на гауч-вал, кг;

$P_3$  – кількість води, що поступає в басейн підсіткових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P = 8500$  кг;  $P_2 = 7898,65$  кг.

$C_1 = 3,5$  %;  $C_2 = 13$  %;

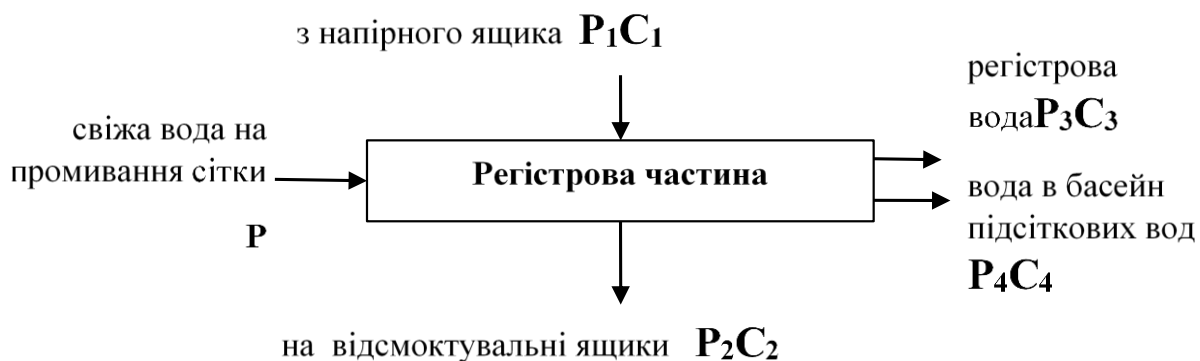
$C_3 = 0,1$  %.

$P_1$  –?  $P_3$  – ?

Розрахунки наводимо в наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після реєстрової частини	30218,41	3,50	1057,64	29160,77
Свіжа вода на відсічки	8500,00	0,00	0,00	8500,00
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>38718,41</b>		<b>1057,64</b>	<b>37660,77</b>
На гауч-вал	7898,65	13,00	1026,82	6871,83
Підсіткові води	30819,76	0,1000	30,82	30788,94
<b>Відходить (всього)</b>	<b>38718,41</b>		<b>1057,64</b>	<b>37660,77</b>

Реєстрова частина:



$P$  – кількість свіжої води, що надходить на промивання сітки, кг;

$P_1$  – кількість маси, що надходить в реєстрову частину, кг;



$C_1, C_2$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 234119,31$  кг;  $C_1 = 0,6$  %.

Зважаючи на те, що в напірному ящику не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_3 = 234119,31$  кг;  $C_3 = 0,6$  %.

Селектифайєр:

із змішувального насоса №1  $P_1 C_1$



$P_1$  – кількість маси, що надходить на селектифайєр, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає в напірний ящик, кг;

$P_3$  – кількість маси, що поступає на сортувалку, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 234119,31$  кг;  $C_2 = 0,6$  %;  $C_3 = 1,5$  %.

Відсоток маси, що поступає на сортувалку, у відповідності з вихідними даними приймаємо рівним 1 %.

$C_1$  –?  $P_1$  –?  $P_3$  –?

Розрахунки наводимо в наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після змішувального насоса №1	236460,50	0,6089	1439,83	235020,67
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>236460,50</b>		<b>1439,83</b>	<b>235020,67</b>
На напірний ящик	234119,31	0,6000	1404,72	232714,60
На плоску сортувалку	2341,19	1,5000	35,12	2306,07
<b>Відходить (всього)</b>	<b>236460,50</b>		<b>1439,83</b>	<b>235020,67</b>

Сортувалка:



$P_1$  – кількість маси, що надходить на сортувалку, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає в цех виробництва картону, кг;

$P_3$  – кількість води, що поступає в басейн реєстрових вод, кг;

$P_4$  – кількість води на спорски з басейна підсіткових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 2341,19$  кг;  $P_4 = 850,0$  кг

$C_1 = 1,5$  %;  $C_2 = 4,0$  %;

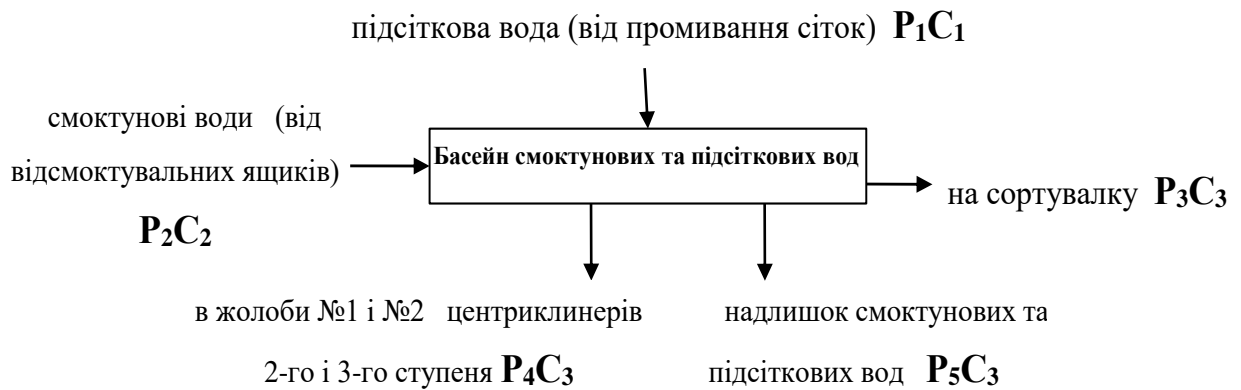
$C_3 = 0,36$  %,  $C_4 = 0,1134$  %.

$P_2$  –?  $P_3$  –?

Результати наведено у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейна надлиш- кових вод	850,00	0,1134	0,96	849,04
Після селективайєра	2341,19	1,5000	35,12	2306,08
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>3191,19</b>		<b>36,08</b>	<b>3155,11</b>
В басейн реєстрових вод	2515,55	0,3600	9,06	2506,49
В цех виробництва картону	675,65	4,0000	27,03	648,62
<b>Відходить (всього)</b>	<b>3191,19</b>		<b>36,08</b>	<b>3155,11</b>

Басейн смоктунових та підсіткових вод:



$P_1$  – кількість води, що надходить з реєстрової частини, кг;

$P_2$  – кількість води, що надходить із сортувалки, кг;

$P_3$  – кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач хвойної целюлози, кг;

$P_5$  – кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач сухого браку, кг;

$P_6$  – кількість реєстрової води, що поступає в гауч-мішалку мокрого браку, кг;

$P_7$  – кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №1, кг;

$P_8$  – кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №2, кг;

$P_9$  – надлишок реєстрової води, що поступає в басейн надлишкових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 203900,90$  кг;  $P_2 = 2515,55$  кг.

$C_1 = 0,17$  %;  $C_2 = 0,36$  %.

$C_3$  –?

Загальна кількість волокна =  $346,63 + 9,06 = 355,69$  кг;

Загальна кількість маси =  $203900,90 + 2515,55 = 206060,76$  кг.

Отже, середньозважений відсоток волокна в басейні реєстрових вод =

$$= \frac{355,69 \times 100}{206060,76} = 0,1723 \%$$

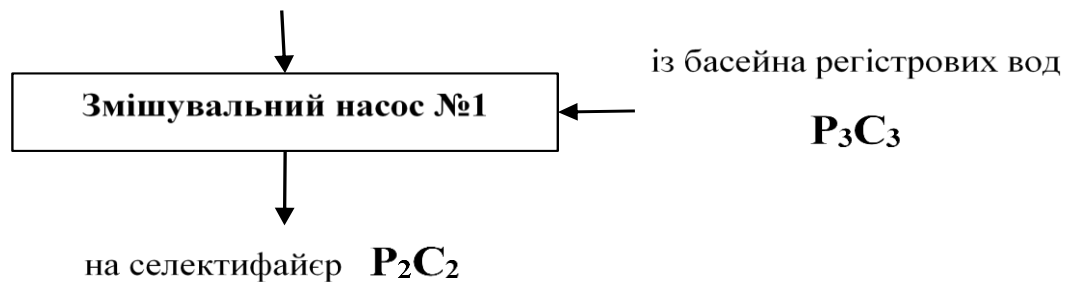
Таким чином,  $C_3 = 0,1723$  %.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



Змішувальний насос №1:

від центриклинерів I ступеня  $P_1C_1$



$P_1$  – кількість маси, що надходить з центриклинерів I ступеня, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає на селективфайер, кг;

$P_3$  – кількість води, що надходить з басейна регістрових вод і використовується для розведення маси, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 236460,50$  кг;  $C_1 = 0,7$  %;

$C_2 = 0,6089$  %;  $C_3 = 0,1723$  %.

$P_1$  –?  $P_3$  –?

Результати наводимо у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	40817,91	0,1723	70,34	40747,57
Після центриклинерів				
I ступеня	195642,60	0,7000	1369,50	194273,10
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>236460,50</b>		<b>1439,83</b>	<b>235020,67</b>
На селективфайер	236460,50	0,6089	1439,83	235020,67
<b>Відходить (всього)</b>	<b>236460,50</b>		<b>1439,83</b>	<b>235020,67</b>

Центриклинери I ступеня:

із змішувального насоса №2  $P_1C_1$



$P_1$  – кількість маси, що надходить із змішувального насоса №2, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає в змішувальний насос №1, кг;

$P_3$  – кількість маси, що поступає на центриклинери II і III ступеня, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 195642,60$  кг.

$C_1 = 0,75$  %;  $C_2 = 0,7$  %;  $C_3 = 1,2$  %.

$P_1$  –?  $P_3$  –?

Результати наводимо у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після змішувального насоса №2	217380,67	0,7500	1630,35	215750,31
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>217380,67</b>		<b>1630,35</b>	<b>215750,31</b>
У змішувальний насос №1	195642,60	0,7000	1369,50	194273,10
На центриклинери II і III ступеня	21738,07	1,2000	260,86	21477,21
<b>Відходить (всього)</b>	<b>217380,67</b>		<b>1630,35</b>	<b>215750,31</b>

Центриклинери II і III ступеня:



$P_1$  – кількість маси, що надходить з центриклинерів I ступеня, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає у змішувальний насос №2, кг;

$P_3$  – кількість води, що надходить в жолоби №1 і №2 з басейна надлишкових вод, кг;

$P_4$  – кількість відходів, що поступають в стік, кг;

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$C_1, C_2, C_3, C_4$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 21738,07$  кг;  $P_4 = 150,0$  кг

$C_1 = 1,2$  %;  $C_2 = 0,4$  %;  $C_4 = 0,67$  %;  $C_3 = 0,1134$  %.

$P_2$  –?  $P_3$  –?

Розрахунки наводимо у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центриклинерів I ступеня	21738,07	1,2000	260,86	21477,21
Надлишкова вода в жолоб I і II	60539,06	0,1134	68,66	60470,40
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>82277,12</b>		<b>329,52</b>	<b>81947,61</b>
У змішувальний насос №2	82127,12	0,4000	328,51	81798,61
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
<b>Відходить (всього)</b>	<b>82277,12</b>		<b>329,52</b>	<b>81947,61</b>

Змішувальний насос № 2:



$P_1$  – кількість маси, що надходить з бака постійного рівня, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає на центриклинери I ступеня, кг;

$P_3$  – кількість води, що поступає з басейна реєстрових вод, кг;

$P_4$  – кількість маси, що надходить з центриклинерів II ступеня, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 217380,67$  кг;  $P_4 = 82127,12$  кг.

$C_1 = 3,5$  %;  $C_2 = 0,75$  %;  $C_3 = 0,1723$  %,  $C_4 = 0,4$  %.  $P_1$  –?  $P_3$  –?

Розрахунки наводимо у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	103135,60	0,1723	177,72	102957,88
3 центриклинерів II ступеня	82127,12	0,4	328,51	81798,61
3 бака постійного рівня	32117,94	3,5	1124,13	30993,81
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>217380,67</b>		<b>1630,35</b>	<b>215750,31</b>
На центриклинери I ступеня	217380,67	0,75	1630,35	215750,31
<b>Відходить (всього)</b>	<b>217380,67</b>		<b>1630,35</b>	<b>215750,31</b>

Бак постійного рівня:



$P_1$  – кількість маси, що надходить з машинного басейна в бак постійного рівня, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає у змішувальний насос №2, кг.

$C_1, C_2$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 32117,94$  кг;  $C_2 = 3,5$  %.

Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_1 = 32117,94$  кг;  $C_1 = 3,5$  %.

Машинний басейн:

з композиційного басейна  $P_1C_1$



в бак постійного рівня  $P_2C_2$

$P_1$  – кількість маси, що надходить з композиційного басейна, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає в бак постійного рівня, кг.

$C_1, C_2$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 32117,94$  кг;  $C_2 = 3,5$  %.

Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_1 = 32117,94$  кг;  $C_1 = 3,5$  %.

**Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку**

Гідророзбивач сухого браку:

відходи з ПРВ, сушіння, накату  $P_1C_1$



$P_1$  – кількість маси, що надходить з ПРВ, сушіння та накату, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає в басейн оборотного браку, кг;

$P_3$  – кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод і використовується для розведення маси, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Враховуючи, що відходи сухого браку мають однакову сухість, їх можна подати одним потоком.

Таким чином,  $P_1 = 20 + 30 + 20 = 70$  кг.

$C_1 = 94,0\%$ ;  $C_2 = 3,5\%$ ;

$C_3 = 0,1723\%$ .

$P_2$  –?  $P_3$  –?

Розрахунки наводимо у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРВ	20,00	94,00	18,80	1,20
З накату	30,00	94,00	28,20	1,80
З сушіння	20,00	94,00	18,80	1,20
З басейну реєстрових вод	1903,73	0,1723	3,28	1900,45
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>1973,73</b>		<b>69,08</b>	<b>1904,65</b>
В басейн оборотного браку	1973,73	3,5000	69,08	1904,65
<b>Відходить (всього)</b>	<b>1973,73</b>		<b>69,08</b>	<b>1904,65</b>

Гауч-мішалка мокрого браку:



$P_1$  – кількість маси, що надходить з пресової частини, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає на згущувач, кг;

$P_3$  – кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод і використовується для розведення маси, кг;

$P_4$  – кількість маси, що надходить від гауч-вала, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 30$  кг;  $P_4 = 20$  кг;

$C_1 = 46,0$  %;  $C_2 = 0,8$  %;

$C_3 = 0,1723$  %;  $C_4 = 20,0$  %.

$P_2$  –?  $P_3$  –?

Розрахунки наводимо у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	30,00	46,00	13,80	16,20
З гауч-вала	20,00	20,00	4,00	16,00
З басейну регістр. вод	2772,09	0,1723	4,78	2767,32
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>2822,09</b>		<b>22,58</b>	<b>2799,52</b>
На згущення мокрого браку	2822,09	0,8000	22,58	2799,52
<b>Відходить (всього)</b>	<b>2822,09</b>		<b>22,58</b>	<b>2799,52</b>

Згущувач мокрого браку:



$P_1$  – кількість маси, що надходить із гауч-мішалки мокрого браку, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає в басейн оборотного браку, кг;

$P_3$  – кількість води, що поступає в басейн надлишкових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 2822,11$  кг;

$C_1 = 0,8$  %;  $C_2 = 3,5$  %;

$C_3 = 0,04$  %.

$P_2$  –?  $P_3$  –?

Розрахунки наводимо у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-мішалки				
мокрого браку	2822,09	0,8	22,58	2799,52
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>2822,09</b>		<b>22,58</b>	<b>2799,52</b>
В басейн оборотного				
браку	619,88	3,5	21,70	598,19
В басейн надлиш-				
кових вод	2202,21	0,04	0,88	2201,33
<b>Відходить (всього)</b>	<b>2822,09</b>		<b>22,58</b>	<b>2799,52</b>

Басейн обігового браку:

із гідророзбивача сухого браку  $P_1C_1$



$P_1$  – кількість маси, що надходить з гідророзбивача сухого браку, кг;

$P_2$  – кількість маси, що надходить із згущувача, кг;

$P_3$  – кількість маси, що поступає в композиційний басейн, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – масова частка волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 1973,73$  кг;

$P_2 = 619,88$  кг;

$C_1 = 3,5$  %;  $C_2 = 3,5$  %;

$C_3 = 3,5$  %.

$P_3$  –?  $C_3$  –?

Розрахунки наводимо у наступному вигляді:

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З гідророзбивача сухого				
браку	1973,73	3,5	69,08	1904,65
З гауч-мішалки	619,88	3,5	21,70	598,19
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>2593,61</b>	<b>3,5</b>	<b>90,78</b>	<b>2502,84</b>
В композиційний басейн	2593,61		90,78	2502,84
<b>Відходить (всього)</b>	<b>2593,61</b>		<b>90,78</b>	<b>2502,84</b>

Композиційний басейн:



$P_1$  – кількість маси, що надходить рідким потоком з гідророзбивачів, кг;

$P_2$  – кількість маси, що надходить з басейна оборотного браку, кг;

$P_3$  – кількість скопу, що надходить з дискового фільтра, кг;

$P_4$  – кількість маси, що поступає в машинний басейн, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 2593,61$  кг;  $P_3 = 892,47$  кг;  $P_4 = 32117,94$  кг.

$C_2 = 3,5$  %;  $C_3 = 3,5$  %;  $C_4 = 3,5$  %.

$P_1$  –?  $C_1$  –?

Сульфітна хвойна вибілена целюлоза – 65 %, біла деревна маса – 35 %.

Розрахунки наводимо у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із гідророзбивача хвойної				
целюлози	18610,71	3,5	651,37	17959,34
Деревної маси рідким				
потоком	10021,15	3,5	350,74	9670,41

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Із басейна оборотного

браку 2593,61 3,5 90,78 2502,83

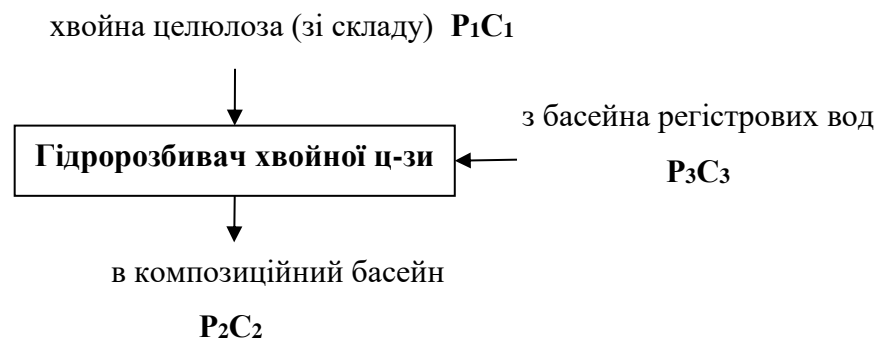
Скоп з дискового фільтра 892,47 3,5 31,24 861,23

**Надійшло (всього) 32117,94 1124,13 30993,81**

В машинний басейн 32117,94 3,5 1124,13 30993,81

**Відходить (всього) 32117,94 1124,13 30993,81**

Гідророзбивач хвойної целюлози:



$P_1$  – кількість хвойної целюлози, що надходить зі складу, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає в композиційний басейн, кг;

$P_3$  – кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 18610,71$  кг;  $C_1 = 88,0$  %;  $C_2 = 3,5$  %;  $C_3 = 0,1723$  %.

$P_1$  –?  $P_3$  –?

Розрахунки наводимо у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Хвойна целюлоза зі складу	705,14	88,00	620,52	84,62
Вода з басейну реєстрових вод	17905,57	0,1723	30,85	17874,72
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>18610,71</b>		<b>651,37</b>	<b>17959,34</b>
В композиційний басейн	18610,71	3,50	651,37	17959,34
<b>Відходить (всього)</b>	<b>18610,71</b>		<b>651,37</b>	<b>17959,34</b>

Деревна маса рідким потоком:

$P_1$  – кількість деревної маси, що надходить рідким потоком, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає в композиційний басейн, кг;

$P_3$  – кількість води, що надходить з басейна регістрових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 10021,15$  кг.

$C_1 = 3,5$  %;  $C_2 = 3,5$  %;

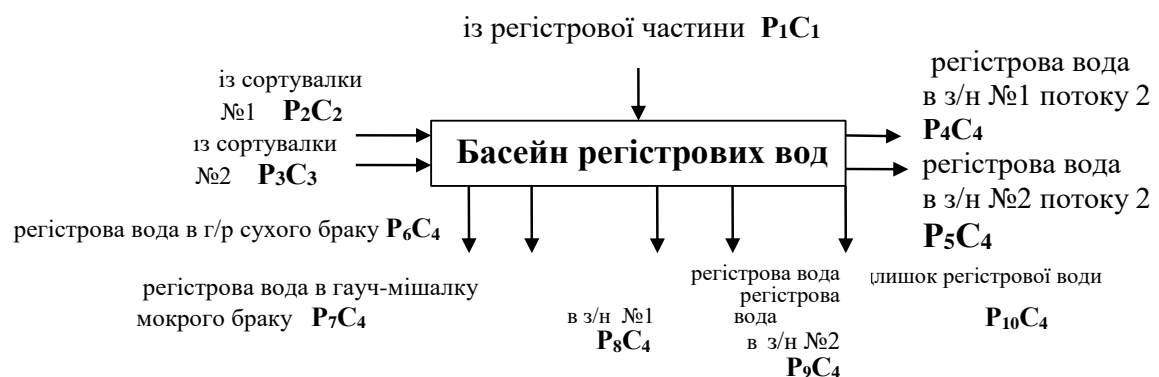
$C_3 = 0,1723$  %.

$P_1$  –?  $P_3$  –?

Розрахунки наводимо в наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Деревна маса рідким потоком	10021,15	3,50	350,74	9670,41
Вода з басейну регістрових вод	0,00	0,1723	0,00	0,00
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>10021,15</b>		<b>356,77</b>	<b>9670,41</b>
В композиційний басейн	10021,15	3,50	356,77	9670,41
<b>Відходить (всього)</b>	<b>10021,15</b>		<b>356,77</b>	<b>9670,41</b>

Басейн регістрових вод:



$P_1$  – кількість води, що надходить з регістрової частини, кг;

$P_2$  – кількість води, що надходить із сортувалки, кг;

$P_3$  – кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач хвойної целюлози, кг;

$P_4$  – кількість реєстрової води, що надходить з рідким потоком деревної маси, кг;

$P_5$  – кількість реєстрової води, що поступає в гідророзбивач сухого браку, кг;

$P_6$  – кількість реєстрової води, що поступає в мішалку мокрого браку, кг;

$P_7$  – кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №1, кг;

$P_8$  – кількість реєстрової води, що поступає у змішувальний насос №2, кг;

$P_9$  – надлишок води, що поступає в басейн надлишкових вод, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 203900,90$  кг;  $P_2 = 2515,55$  кг;  $P_3 = 17905,57$  кг;  $P_4 = 0,0$  кг;

$P_5 = 1903,73$  кг;  $P_6 = 2772,09$  кг;  $P_7 = 40817,91$  кг;  $P_8 = 103135,60$  кг;

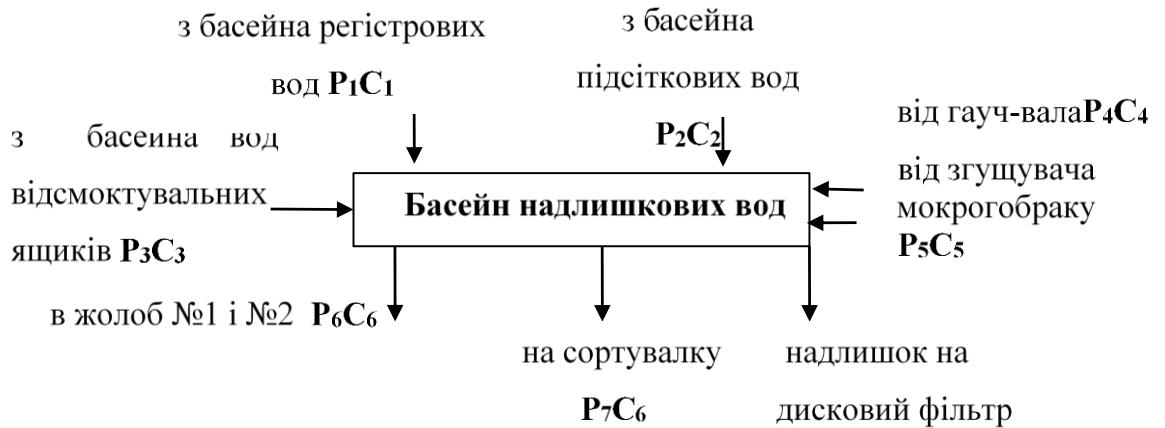
$C_1 = 0,1723$  %;  $C_2 = 0,1723$  %;  $C_3 = 0,1723$  %.

$P_9$  – ?

Розрахунки наводимо у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	203900,90	0,1700	346,63	203554,27
Від сортувалки	2515,55	0,3600	9,06	2506,49
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>206416,45</b>		<b>355,69</b>	<b>206060,76</b>
На зміш. насос №1	40817,91	0,1723	70,34	40747,57
На зміш. насос №2	103135,60	0,1723	177,72	102957,88
На г/р-ч хв. целюлози	0,0	0,1723	0,0	0,0
Деревної маси	17905,57	0,1723	30,85	17874,72
На г/р-ч сухого браку	1903,73	0,1723	3,28	1900,45
На гауч-мішалку	2772,09	0,1723	4,78	2767,32
В басейн надлиш. вод	39881,55	0,1723	68,42	39812,82
<b>Відходить (всього)</b>	<b>206416,45</b>		<b>355,69</b>	<b>206060,76</b>

Басейн надлишкових вод:



$P_1$  – кількість води, що надходить з басейна реєстрових вод, кг;

$P_2$  – кількість води, що надходить з басейна підсіткових вод, кг;

$P_3$  – кількість води, що надходить з вод відсмоктувальних ящиків, кг;

$P_4$  – кількість води, що надходить з гауч-вала, кг;

$P_5$  – кількість води, що надходить із згущувача мокрого браку, кг;

$P_6$  – кількість води, що поступає в жолоб №1 і №2, кг;

$P_7$  – кількість води, що поступає на сортувалку, кг;

$P_8$  – надлишок води, що поступає на дисковий фільтр, кг;

$C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 39881,55$  кг;  $P_2 = 11000,0$  кг;  $P_3 = 30819,76$  кг;  $P_4 = 5265,84$  кг;

$P_5 = 2202,21$  кг;  $P_6 = 60539,06$  кг;  $P_7 = 850,0$  кг;

$C_1 = 0,1723$  %;  $C_2 = 0,004$  %;  $C_3 = 0,1$  %,  $C_4 = 0,005$  %,  $C_5 = 0,04$  %.  $P_8 = ?$   $C_6 = ?$

Загальна кількість волокна =  $68,72 + 0,44 + 30,82 + 0,26 + 0,88 = 101,13$  кг;

Загальна кількість маси =  $39881,55 + 11000,0 + 30819,76 + 5265,84 + 2202,21 = 89068,24$  кг.

Отже, середньозважений відсоток волокна в басейні надлишкових вод

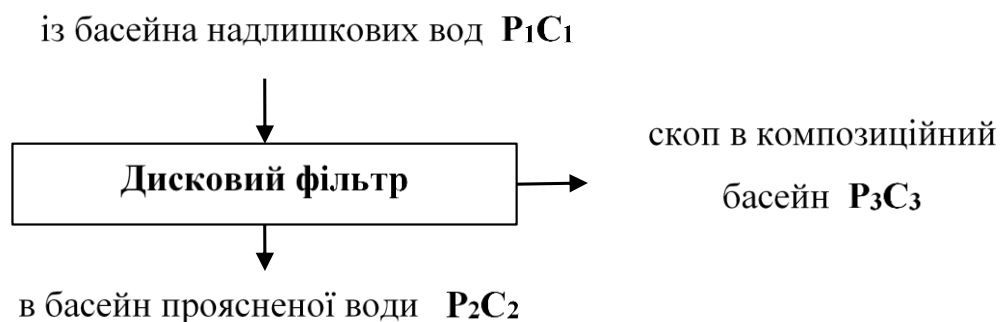
$$\frac{101,13 \times 100}{89068,24} = 0,1134 \text{ \%}.$$

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Розрахунки наводимо у наступному вигляді

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейна регіст. вод	39881,55	0,1723	68,72	39812,82
З басейна підсіт. вод	11000,00	0,0040	0,44	10999,56
З басейна вод відсм. ящиків	30819,76	0,1000	30,82	30788,94
З гауч-вала	5265,84	0,0050	0,26	5265,58
Від згущувача	2202,21	0,0400	0,88	2201,34
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>89169,36</b>		<b>101,13</b>	<b>89068,24</b>
В жолоб №1 і №2	57555,29	0,1134	68,66	60470,40
На сортувалку	850,00	0,1134	0,96	849,04
На дисковий фільтр	21878,06	0,1134	31,51	27748,80
<b>Відходить (всього)</b>	<b>89169,36</b>		<b>101,13</b>	<b>89068,24</b>

Дисковий фільтр:



$P_1$  – кількість води, що надходить з басейну надлишкових вод, кг;

$P_2$  – кількість маси, що поступає в басейн проясненої води, кг;

$P_3$  – кількість скопу, що поступає в композиційний басейн, кг;

$C_1, C_2, C_3$  – відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 27780,30$  кг;

$C_1 = 0,1134$  %;  $C_2 = 0,001$  %;

$C_3 = 3,5$  %.

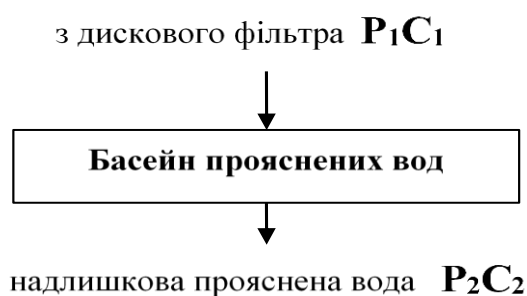
$P_2$  –?  $P_3$  –?

Розрахунки наводимо у наступному вигляді:

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надлиш. вод	27780,30	0,1134	31,51	27748,80
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>27780,30</b>		<b>31,51</b>	<b>27748,80</b>
Скоп в композ. басейн	892,47	3,50	31,24	861,23
В басейн освітлених вод	26887,83	0,0010	0,27	26887,57
<b>Відходить (всього)</b>	<b>27780,30</b>		<b>31,51</b>	<b>27748,80</b>

Басейн прояснених вод:



$P_1$  – кількість води, що надходить з дискового фільтра, кг;

$P_2$  – кількість надлишкової води, що використовується при виробництві картону, кг;

$C_1, C_2$  – відсоток волокна у відповідних потоках.

$P_1 = 26887,83$  кг.  $C_1 = 0,001$  %;  $C_2 = 0,001$  %.

$P_2$  – ?

Результати розрахунків наводимо у наступному вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після дискового фільтра	26887,83	0,001	0,27	26887,57
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>26887,83</b>		<b>0,27</b>	<b>26887,57</b>
На очисні споруди	26887,83	0,001	0,27	26887,57
<b>Відходить (всього)</b>	<b>26887,83</b>		<b>0,27</b>	<b>26887,57</b>

## Результати зведеного матеріального балансу волокна та води

В табл. 3.2 наведено результати зведеного балансу волокна. В табл. 3.3 наведено результати зведеного балансу води.

Таблиця 3.2 – Результати зведеного балансу волокна

Волокно (абс.сух.), кг	Надходження	Витрата
Хвойна целюлоза (вибілена)	620,52	
Деревна маса (біла)	350,74	
<b>Всього:</b>	<b>971,26</b>	
Готова продукція		940,00
Відходи центриклинерів III ступеня		1,01
З пресовими водами		2,90
З водою після промивання сукон		0,07
З надлишковими водами		0,27
Відходи сортувалки (в цех виробництва картону)		27,03
<b>Всього:</b>		<b>971,26</b>

Таблиця 3.3 – Результати зведеного балансу води

Вода, кг	Надходження	Витрата
З хвойною целюлозою	84,62	
З деревною масою	6970,41	
Свіжа вода на промивання сіток	11000,00	
Свіжа вода на відсічки відсмоктуючих ящиків	8 500,00	
Свіжа вода на промивання сукна	6 500,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	2 500,00	
<b>Всього:</b>	<b>38 255,03</b>	
З готовою продукцією		60,00
З парою в процесі сушіння		1116,52



З відходами центриклинерів III ступеня	149,00
З пресовими водами	2893,39
Вода після промивання сукон	6499,94
Надлишкові води	26887,57
З відходами сортувалки (в цех виробництва картону)	648,62
<b>Всього:</b>	<b>38 255,03</b>

Для розрахунку безповоротних втрат волокна потрібно врахувати всі його втрати для даного виробництва. В даному випадку вони становлять:

$$B = CB - ГП = 971,26 - 940,0 = 31,26 \text{ кг.}$$

де СВ – кількість свіжого волокна, кг;

ГП – кількість готової продукції, кг;

В – відходи виробництва, кг.

Якщо врахувати, що відходи центриклинерів III ступеня (1,01 кг) не відносяться до волокна, а відходи сортувалки (27,03 кг) будуть використані в межах комбінату, наприклад в цеху виробництва картону, то величина безповоротних втрат волокна може бути зменшена, а саме:

$$B = 31,26 - 1,01 - 27,03 = 3,22 \text{ кг.}$$

В цьому випадку вимої волокна (ВВ) становлять:

$$BB = \frac{B \times 100}{CB} = \frac{3,22 \cdot 100}{971,26} = 0,33 \text{ \%}$$

### 3.4 Тепловий баланс

#### Вихідні дані:

Продуктивність, кг/год	$G =$	11948,92
Початкова вологість матеріалу, %	$W_1 =$	46
Кінцева вологість матеріалу, %	$W_2 =$	6
Початкова температура матеріалу, °C	$t_1 =$	20
Початкова температура повітря, °C	$\theta_1 =$	10
Початкова вологість повітря	$F_1 =$	0,5
Кінцева температура повітря, °C	$\theta_4 =$	80
Кінцева вологість повітря	$F_2 =$	0,9
Температура повітря після теплообмінника, °C	$\theta_2 =$	25
Температура гріючої пари, °C	$\theta_{\text{пари}} =$	130

#### Тепловий баланс контактного сушіння:

##### Прихід тепла

кДж/год

1. З парою, що надходить в сушильні циліндри	25221626,28
2. З парою, що надходить в калорифер	2985962,31
3. Тепло, використане в теплообміннику	1008069,191
<b>Разом:</b>	<b>29215657,78</b>

##### Витрати тепла

1. На нагрівання матеріалу	2323739,06
2. На сушіння в 2-му та 3-му періодах	22370429,96
3. На втрати в навколишнє середовище	153188,9318
4. На втрати з невикористаним повітрям	100806,9191
5. На нагрівання повітря в теплообміннику	1008069,191
6. На втрати з повітрям, що відходить	3595446,78
<b>Разом:</b>	<b>29551680,85</b>

### Результати розрахунку:

Витрати пари в сушильній частині, кг/год	$D_1 =$	11488,44911
Витрати пари в калориферах, кг/год	$D_2 =$	1360,105635
Спільні витрати пари, кг/год	$D =$	12848,55474
Витрати пари на 1 кг матеріалу, кг/год	$D_{уд} =$	1,075290046
Кількість повітря на сушіння, кг/год	$L =$	66703,6057
Кількість свіжого повітря, кг/год	$L_9 =$	73373,96627
Поверхня теплопередачі для нагрівання, $m^2$	$F_1 =$	29,50779759
Поверхня теплопередачі для сушіння, $m^2$	$F_{2,3} =$	362,3985881
Спільна поверхня теплопередачі, $m^2$	$F =$	391,9063857
Температура повітря на вході в сушильну частину, $^{\circ}C$	$\theta_3 =$	74,43091314
Температура матеріалу за сушіння з пост. швидкістю, $^{\circ}C$	$t_2 =$	60
Сер. Температура матеріалу в 2-му та 3-му періодах, $^{\circ}C$	$t_4 =$	78,9
Середня температура матеріалу, $^{\circ}C$	$t_5 =$	40
Температура матеріалу після сушіння, $^{\circ}C$	$t_3 =$	113,55

## 4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

### Папероробна машина

Для виробництва газетного паперу зниженої маси марки ПГ-1 обрано папероробну машину марки П-15. Папероробна машина складається з наступних частин: сіткової, пресової та сушильної.

Сіткова частина переобладнана формуючим пристроєм – симформер, який є комбінацією плососіткового та двосіткового формування. Включає в себе: грудний вал діаметром 1000 мм; формуючу дошку шириною 500 мм; п'ять гідропланок, встановлених під кутом  $1 - 2^\circ$  до площини сітки; один мокрий ящик; башмак; три відсмоктувальні ящики шириною 250 мм; двокамерний гауч-вал діаметром 800 мм; сітка – синтетична, фірми Nuysk Corporation, виготовлена з тканини «Формекс», безшовна [10].

Пресова частина представлена п'ятивальним пресом Tri-vent, який складається із одного валу з вакуум-камерою, трьох жолобчастих валів та одного гранітного. Відсмоктувальний вал пресу виготовлений із нержавіючої сталі без гумового облицювання, а жолобчасті вали мають поліуретанове покриття. Для контролювання вологості встановлено парову камеру біля поверхні відсмоктувального валу [12].

Сушильна частина папероробної машини – двоярусна, циліндричного типу, складається із 62 сушильних циліндрів діаметром 1500 мм з товщиною стінки 25 мм, 16 сукносушильних та двох холодильних циліндрів. Сушильна частина складається з 8 секцій по 8 циліндрів у кожній, у восьмій секції останні верхній та нижні циліндри – холодильні.

Машина оснащена механічним приводом, допоміжним устаткуванням, електроприводом, системою управління, включно з системою керування якістю полотна.

Технічні характеристики папероробної машини:

- обрізна ширина – 6720 мм;
- швидкість за приводом – 1000 м/хв;

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

- максимальна продуктивність – 330 т/добу;
- число відсмоктувальних пресів – 1;
- число сушильних циліндрів – 62;
- число холодильних циліндрів – 2;
- число валів каландру – 6;
- вага – 3100 т.

Розрахуємо продуктивність машини:

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \times B_0 \times v \times q \times K_1 \times K_2$$

де 0,06 – коефіцієнт для переведення швидкості за часом (хвилини в години)  
та маси 1 м<sup>2</sup> паперу (грами в кілограми);

$B_0$  – обрізна ширина полотна паперу, м;

$v$  – швидкість машини, м/хв;

$q$  – маса 1 м<sup>2</sup> полотна, г/м<sup>2</sup>:

$K_1 = 0,90$  – коефіцієнт, що враховує холостий хід машини;

$K_2 = 0,95 - 0,98$  – коефіцієнт використання максимальної швидкості машини.

Розрахуємо годинну продуктивність папероробної машини:

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \times 6,72 \times 800 \times 42 \times 0,9 \times 0,98 = 11948,92 \text{ кг/год}$$

Тоді добова продуктивність машини становить:

$$Q_d = Q_{\text{год}} \times t_d = 11948,92 \times 23 = 274825,2 \text{ кг/добу} \approx 274,9 \text{ т/добу}$$

де  $t_d = 23$  – кількість годин безперервної роботи машини за добу.

Тоді планова річна продуктивність становить:

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

$$\text{ПП} = Q_d \times T_{\text{еф}} = 274,9 \times 345 = 94\,940,5 \text{ т/рік} \approx 95 \text{ тис. т/рік}$$

де  $T_{\text{еф}} = 345$  – кількість днів безперервної роботи машини за рік.

Продуктивність целюлозного потоку:  $274,9 \times 0,65 = 178,7 \text{ т/добу}$ .

### Гідророзбивач

Гідророзбивачі – це апарати, які використовуються на першій стадії підготовки волокнистих напівфабрикатів до відливання на сітку папероробної машини. За конструкцією вони поділяються на два типи – з вертикальним (ГРВ) та з горизонтальним (ГРГ) розташуванням вала, які можуть мати різне призначення – для розпускання незабруднених і забруднених матеріалів.

Принцип дії гідророзбивачів полягає в тому, що ротор, обертаючись, приводить в рух вміст ванни і відкидає його до стінок, волокнистий матеріал, ударяючись об нерухомі ножі, розбивається на шматочки і пучки окремих волокон. Для інтенсифікації цього процесу на внутрішніх стінках ванни встановлюють планки, завдяки яким маса піддається високочастотним коливанням, що також сприяє розпусканню її на волокна.

Концентрація волокнистої суспензії за безперервного режиму роботи гідророзбивача становить 2,5 – 5 % та за періодичного режиму – 3,5 – 6 % [9].

Для розпуску хвойної целюлози обираємо гідророзбивач типу ГРВн-24 [14], що має наступні характеристики:

- місткість ванни – 24 м<sup>3</sup>;
- продуктивність – 75 – 240 т/добу;
- потужність електродвигуна – 315 кВт;
- діаметр отворів сита – 6, 12, 20, 24 мм;
- матеріал – нержавіюча сталь.

Кількість гідророзбивачів типу ГРВн-24 розраховуємо за формулою:

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб ГРВ}}} = 274,9 \times \frac{0,65}{180} = 1 \text{ шт.}$$

Для розпуску сухого браку встановлюємо гідророзбивач типу ГРВн-6, який має наступні технічні характеристики:

- місткість ванни – 6 м<sup>3</sup>;
- продуктивність – 18 – 60 т/добу;
- потужність електродвигуна – 75 кВт;
- діаметр отворів сита – 3, 6, 12 мм;
- матеріал – нержавіюча сталь.

Кількість гідророзбивачів типу ГРВн-6 розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб ГРВ}}} = 178,7 \times \frac{0,07}{18} = 1 \text{ шт.}$$

### Дисковий млин

У даний час випускаються три основних типи дискових млинів: однодискові, дводискові та здвоєні (трьохдискові).

Однодискові млини складаються із двох дисків, один з яких обертається, а другий нерухомий. За технологічними ознаками однодискові млини універсальні, їх можна використовувати при розмелюванні різних напівфабрикатів у широкому діапазоні концентрацій (4 – 25 %), температури і тиску.

При розмелюванні маси низької концентрації (3 – 4%) рекомендується наступна відстань між ножами: для коротковолокнистої маси – 2 – 3 мм, для хвойних напівфабрикатів – близько 4 – 5 мм, тобто відстань між ножами повинна бути дещо більшою від середньої довжини волокна [9].

Обираємо дисковий млин МД-31 [14], який має наступні технічні характеристики:

- продуктивність – 50 – 200 т/добу;
- масова концентрація волокна в напівфабрикаті – 20 – 50 г/л;

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

- діаметр дисків по гарнітурі – 1000 мм;
- потужність електродвигуна – 500 кВт;
- частота обертання ротора – 600 хв<sup>-1</sup>;
- окружна швидкість ротора – 31,4 м/с;
- маса – не більше 15000 кг.

Розрахуємо кількість млинів МД-31 для хвойної целюлози. Її початковий ступінь млива становить 13 °ШР, кінцевий – 63 °ШР. Приріст ступеня млива на кожному млині становить близько 9 °ШР. Таким чином кількість млинів для хвойної целюлози становить:

$$K = \frac{\Delta \text{СП}_{72\text{в.}}}{\Delta \text{СП}_{\text{на 1 млині}}} = \frac{63 - 13}{9} = 5,6 \approx 6 \text{ млинів.}$$

### **Установка вихрових конічних очисників**

Для очищення маси від забруднень, що мають більшу щільність, ніж волокно, застосовують вихрові конічні (центриклинери) і відцентрові очисники (еркенсатори).

Центриклинери мають не тільки велику продуктивність, просту і надійну конструкцію і високий ступінь очищення від важких мінеральних і металевих включень, частинок кори, костриці, але і при відповідній схемі підключення забезпечують видалення повітря з маси. Тому в даний час вони широко застосовуються для очищення маси при виробництві багатьох видів паперу і картону. Очищення маси у вихровому конічному очиснику відбувається під дією відцентрових сил. Високий ступінь очищення маси у вихрових очисниках досягається лише при концентрації маси 0,5 – 0,7 %, а перепад тиску на вході і виході повинен становити 0,2 – 0,25 МПа [9].

Внаслідок невеликої продуктивності кожного окремого очисника і з метою зниження втрат волокна з відходами центриклинери комплектують в установки вихрових очисників, що працюють за трьох-, а іноді і за чотириступінчатою схемою. На кожній стадії очисники працюють паралельно. Відходи від першого

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72



ступеня розбавляються оборотною водою до концентрації 0,3 – 0,5 % і направляються на другий ступінь; очищена маса з другого ступеня надходить на повторне очищення на перший ступінь; відходи від другого ступеня розбавляються до концентрації 0,2 – 0,4 % і надходять на третій ступінь очищення. Відходи від третього ступеня поступають у відвал, а очищена маса на повторне очищення – на другий ступінь.

За добовою продуктивністю обираємо установку вихрових конічних очисників марки УВК-300-02 [9].

Технічні характеристики:

- продуктивність – 300 т/добу;
- пропускна здатність очисника – 400 л/хв;
- діаметр очисника – 160 мм;
- тиск на вході – 0,2 – 0,25 Мпа;
- кількість очисників за ступенями – І – 114, ІІ – 32, ІІІ – 6;
- секцій першого ступеня – 3;
- габаритні розміри: 7,90 × 5,33 × 3,15 мм;
- маса – 35,30 т.

Кількість установок вихрових конічних очисників марки УВК-300-02 розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб УВК}}} = 274,9/300 \approx 1 \text{ шт.}$$

### **Вузлоловлювач**

Для очищення паперової маси від забруднень волокнистого походження, що мають більші розміри, ніж волокна (вузлики, костриця тощо) застосовують вузлоловлювачі закритого або відкритого типу, що працюють за принципом сортування маси.

На сьогодні в якості вузлоловлювачів найбільш поширеними є напірні сортувалки закритого типу, що відрізняються великою різноманітністю конструктивних варіантів: селективайер, центрискрин, радискрин та ін.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Маса під тиском 0,25 – 0,35 МПа надходить у верхню частину вузловловлювача. Під дією відцентрової сили важкі включення відкидаються до зовнішньої стінки корпусу, опускаються вниз у грязьовик, звідки періодично видаляються. Маса, звільнена від важких включень, переливається в простір між ситами, проходить крізь отвори і виходить з апарата через загальний патрубок. Відходи сортування, що не пройшли через сита, опускаються вниз і видаляються через спеціальний патрубок з засувкою, що дозволяє регулювати кількість відходів, які додатково сортуються на плоских вібросортувалках [9].

Виходячи із добової продуктивності папероробної машини обираємо вузловловлювач ВЗ-15 [9]. Його технічні характеристики наведені нижче:

- продуктивність – 100 – 400 т/добу;
- площа сита – 5,60 м<sup>2</sup>;
- концентрація маси – 1,3 %;
- перепад тиску – 0,02 – 0,05 МПа;
- кількість лопатей – 6 шт.;
- частота обертання ротора – 210 хв<sup>-1</sup>;
- потужність електродвигуна – 75 кВт;
- габаритні розміри – 4,01 × 3,03 × 2,65 м;
- маса – 8,3 т.

Розрахуємо кількість ВЗ-15. Для цього використаємо наступну формулу:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб ВЗ}}} = 274,9/280 \approx 1 \text{ шт.}$$

### Сортувалка

Сортування волокнистих напівфабрикатів у водному середовищі проводиться з метою розділення маси на окремі фракції, кожна з яких використовується за певним призначенням. В деяких випадках одна із фракцій може видалятися у відвал або надходити на спеціальне перероблення. Для тонкого сортування використовуються відцентрові та вібраційні сортувалки [10].

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Обираємо вібраційну сортувалку ВС-0,5 [14], яка має наступні технічні характеристики:

продуктивність – 7,5 – 15 т/добу;

площа поверхні сита – 0,5 м<sup>2</sup>;

масова частка волокна на вході – 7,0 – 15 %;

діаметр отворів сита – 3,0 – 5,0 мм;

частота коливань сита – 2,7 мм;

потужність електродвигуна – 0,75 кВт.

Кількість сортувалок ВС-0,5 розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб}} \text{ СВ}} = 274,9 \times 0,015 / 7,5 \approx 1 \text{ шт.}$$

### Пульсаційний млин

Пульсаційні млини призначені для дорозволокнення волокнистих напівфабрикатів в целюлозно-паперовому виробництві. Встановлюються в технологічних лініях переробки макулатури, обробки обігового браку та целюлози перед розмелюванням.

Розпуск відбувається за рахунок безперервного різко змінюваного напрямку руху потоків маси, тертя пучків маси один з одним, від дії ножів гарнітури, а також за рахунок пульсації тиску в зоні розпуску. Розволокнення пучків волокон здійснюється без зменшення довжини волокна. Напівфабрикати, які легко розволокнюються, дорозпускаються за один ступінь обробки на пульсаційному млині [14].

Обираємо пульсаційний млин МП-00 [14], який має наступні технічні характеристики:

- продуктивність – 5 – 25 т/добу;

- діаметр ротора – 190 мм;

- кількість робочих зон – 3 шт.;

- частота обертання ротора – 3000 об/хв;

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

- габаритні розміри –  $1,57 \times 0,41 \times 0,58$  мм;

- маса – 0,68 т.

Кількість пульсацій них млинів розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{\Pi_{\text{доб}}}{\Pi_{\text{доб}} \text{МП}} = 274,9 \times 0,07 / 20 \approx 1 \text{ шт.}$$

### Згущувач

Згущувачі необхідні для згущення волокнистих напівфабрикатів з метою оптимізації технологічних процесів, пов'язаних з їх наступним розмелюванням, транспортуванням, зберіганням тощо.

В залежності від виду напівфабрикатів та необхідного ступеня їх згущення може бути використане різне устаткування (вакуумні і дискові фільтри; гвинтові, дискові та барабанні преси; низьковакуумні фільтри; шаберні і безшаберні згущувачі). Найбільш широко використовуються безшаберні і шаберні згущувачі, що дозволяють підвищити концентрацію маси від 0,2 до 7 % [9].

Обираємо згущувач шаберний СШ-06-01 [10], що має наступні характеристики:

- продуктивність – 20 – 25 т/добу;
- концентрація волокна на вході – 0,4 – 1,0 %;  
на виході – 5,0 – 7,0 %;
- параметри сіткового циліндра:  
діаметр – 1,25 м;  
довжина – 1,5 м;
- площа бічної поверхні – 6 м<sup>2</sup>;
- частота обертання барабана – 14,4 об/хв;
- споживча потужність – 2,2 кВт;
- габаритні розміри –  $3,55 \times 2,25 \times 2,56$  м.

Розрахуємо кількість згущувачів шаберних СШ-06-01:

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб}} \text{ СШ}} = 274,9 \times 0,05/20 \approx 1 \text{ шт.}$$

### Напірний ящик

Для забезпечення заданої швидкості надходження маси на сітку і регулювання її кількості по всій ширині машини використовують напірні ящики відкритого чи закритого типів.

На машинах, які працюють при швидкостях більше 200 м/хв, необхідна швидкість витікання маси досягається за рахунок застосування напірних ящиків закритого типу. Розміри таких напірних ящиків вибираються такими, щоб максимальна швидкість маси у верхній частині ящика була не більше 0,3 – 0,6 м/с [9].

Розрахуємо необхідний напір маси в напірному ящику:

$$H = \left( \frac{\kappa_M \cdot \kappa_C}{60\mu} \right)^2 \cdot \frac{v^2}{2g},$$

де  $v$  – середня швидкість машини, м/хв;

$\kappa_M$  – коефіцієнт відставання маси від швидкості сітки (0,9 – 1,0);

$\kappa_C$  – коефіцієнт відставання сітки від швидкості паперу на накаті (0,85 – 0,95);

$\mu$  – коефіцієнт витікання маси (0,90 – 0,95);

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

$$H = \left( \frac{0,95 \times 0,9}{60 \times 0,93} \right)^2 \times \frac{800^2}{2 \times 9,8} = 7,4 \text{ м.}$$

Отже, встановлюємо напірний ящик закритого типу, оскільки  $H \geq 1,5$  м.

Обираємо універсальний напірний ящик фірми KMW [15], який має прогин передньої стінки і нижньої частини випускної щілини – 0,2 мм, бічних стінок і

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

кришки – 1 мм, перфорованих валиків – 1 – 2 мм, поточкорозподільного пристрою – 0,5 – 1,0 мм.

### Поздовжньо-різальний станок

На поздовжньо-різальному верстаті полотно перемотується і розрізається на рулони стандартного формату. Під час цього усувають дефектні ділянки, склеюють кінці клейовою стрічкою та обрізають крайки, що направляють у гідророзбивач сухого браку.

Поздовжньо-різальні станки працюють періодично, тому їх швидкість повинна бути в 1,5 – 2 рази вищою, ніж швидкість машини. Вони бувають з верхньою та нижньою заправкою полотна [9].

Обираємо ПРС WinBelt-L фірми «Valmet», розроблений для газетного паперу, обрізна ширина полотна 4200 – 8400 мм [15].

Продуктивність станка визначаємо за формулою:

$$Q = 0,06 \times B \times g \times V \times \eta, \text{ кг/год},$$

де  $B$  – ширина паперу, м;

$V$  – середня робоча швидкість, м/хв;

$g$  – маса  $1\text{ м}^2$  паперу, г;

$\eta$  – коефіцієнт використання робочого часу,  $\eta = 0,96 – 0,98$ .

$$Q = 0,06 \times 6,72 \times 42 \times 800 \times 0,98 = 13276,6 \text{ кг/год}$$

Розрахуємо кількість ПРС WinBelt-L фірми «Valmet»:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб}} \text{ ПРС}} = \frac{11948,92}{13276,6} \approx 1 \text{ шт.}$$

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

## 5 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ГАЗЕТНОГО ПАПЕРУ

Будівля папероробного цеху збірна залізобетонна. Будівля двоповерхова, сітка колон на першому поверсі  $6 \times 6$ , на другому –  $30 \times 6$  та  $6 \times 6$ . Довжина будівлі 96 м, висота – 23,3 м, ширина – 36 м. В цеху встановлено кран вантажопідйомністю 60 т, відмітка голівки кранового рельсу становить 17,5 м.

Стіни великопанельні з одношарових газобетонних панелей, товщиною 200 мм.

У відповідності зі СНиП II №272 будівля має два евакуаційних виходи, не враховуючи воріт для залізничного складу. Двері відкриваються назовні. Розміри сходових маршів 1,4 м, дверей – 0,7 м. Залізничні ворота проектується висотою 6 м та шириною 5 м. Вікна окремі, з розмірами на першому поверсі  $3000 \times 2400$  мм, а на другому –  $3000 \times 3600$  мм.

Прив'язка колон крайніх рядів і зовнішніх стін до повздовжніх розбивочних осей А та Є – 0 мм. Колони при торцевих зовнішніх стінах і при поперечному деформаційному шві зміщені від поперечних розбивочних осей 1, 7, 14, 19, 22 на 500 мм.

Колони залізобетонні прямокутного перерізу  $400 \times 600$  мм; крок колон – 6 м; фундамент колон залізобетонний, стаканного типу.

В якості несучих конструкцій на першому поверсі прийняті залізобетонні ригелі 6 м та плити перекриття  $1,5 \times 6$  м, на другому поверсі – залізобетонні ферми (для прогона 30 м) та підстропильні балки перекриття (для прогона 6 м). Покриття зі збірних залізобетонних плит  $3 \times 6$  м.

При комплектуванні устаткування врахована прив'язка його до спеціальної конструкції будівлі.

У цеху передбачено 2 монтажних отвори для ремонтних цілей і установка мостового крана.

Проектом передбачено розміщення допоміжних приміщень усередині виробничих будівель. На першому поверсі розміщені машинні басейни, насоси.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

На другому поверсі – ПРМ.

Будівля цеху розділена трьома температурними швами. Ширина допоміжних приміщень 6 м, висота – 4,2 м. Передбачено штучне освітлення душових, туалетів і роздягалень, гардеробні приміщення призначені для зберігання особистих речей та спецодягу, для чого передбачаються шафи висотою 165 см, шириною 60 см, довжиною 60 см. Душові розміщені суміжно з гардеробом.

Допоміжні приміщення опалюються в холодний період року, в приміщеннях душових передбачено вентиляцію.

Допоміжні підсобні приміщення призначені для культурно-побутового обслуговування робітників. Крім усього перерахованого слід зауважити, що ПРЦ належить до третьої групи виробничих процесів, де передбачаються побутові приміщення, кабінети для начальника цеху, технолога, начальника ремонтних служб, кімната майстрів та ін [10].

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80



## 6 ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Виробництво паперу належить до галузей промисловості, що використовує велику кількість води. У всіх процесах паперового виробництва вода відіграє важливу роль.

Залежно від виду паперу, що випускається, витрата свіжої води на 1 т готової продукції коливається в дуже широких межах і становить від декількох м<sup>3</sup> до 1000 і більше.

В запропонованому технологічному потоці свіжа вода використовується на промивання сукон, для відсічок на відсмоктувальних ящиках та гауч-валі.

Внаслідок різного складу води, що відходять від різних ділянок папероробної машини, вони розділяються на три потоки. До першого потоку належать вода, що відходить від формуючої частини машини. Це найбільш потужний потік, який містить найбільш високу, у порівнянні з іншими потоками, концентрацію дрібного волокна. Ця вода використовується, насамперед, для розбавлення паперової маси в робочому басейні, перед її сортуванням і перед відливом полотна паперу.

До другого потоку належить вода з більш низьким вмістом волокна, а також надлишкова вода від відсмоктувальних ящиків, гауч-вала й води від промивання сітки. Ця вода використовується в розмелювально-підготовчому відділі для розбавлення паперової маси й для розпускання паперового браку. Невикористану воду цього потоку направляють на прояснення, після чого вона може бути використовується для подачі на спорски сітки.

Скоп, що містить, значну кількість волокна утворений в процесі прояснення води, повертається частково назад у технологічний процес, а частина скопу направляється у інший цех для виготовлення картону.

До третього потоку, який зазвичай направляється на загальнозаводське очищення, належить порівняно невелика кількість забрудненої води з відносно низьким вмістом у ній волокна. Це води від мокрих пресів, а також води від

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

промивання сукон. Ці води, що містять синтетичні або вовняні волокна не можуть без додаткового очищення бути використані при виробництві високоякісних видів продукції.

На виробництві в залах папероробних машин наявне надлишкове виділення тепла від сушильних частин машини, електродвигунів, приводів та інше, а також вологовиділення з сушильної і мокрої частин машини та іншого обладнання.

У зв'язку з наявністю в залах папероробних (картоноробних) машин значних втрат тепла, в них проектується тільки чергове опалення (теплорегенераційними агрегатами).

Вологовиділення з мокрої частини машини залежать від температури маси, що подається на сітку, і від швидкості машини. З підвищенням швидкості машини вологовиділення різко збільшується.

Для локалізації водяної пари і тепла папероробних машин сушильну частину машини обладнано ковпаком закритого типу, а підсіткова частина машини ізолюється шляхом встановлення спеціальних вертикальних щитів від загального приміщення.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

## ВИСНОВКИ

У даному дипломному проєкті розроблено технологічний потік з виробництва газетного паперу зниженої маси марки ПГ-1 в системі ВАТ «Жидачівський ЦПК» продуктивністю 95 тис. т/рік з метою забезпечення потреб у ньому власного ринку.

1. Розроблено та описано технологічну схему виробництва газетного паперу, згідно з якою пропонується:

- у сітковій частині машини встановити формуючий пристрій – симформер, який дозволяє підвищити швидність та продуктивність машини, покращити показники якості паперу, а також широко використовується в світі для виробництва тонких видів паперу, а саме – газетного паперу;

- у пресовій частині машини встановити п'ятивальний twin-ver прес, що дозволяє зменшити габарити пресової частини машини та сприяє підвищенню сухості паперового полотна до 46 %, за рахунок чотирьох зон пресування.

2. Наведено характеристику сировини та готової продукції.

3. Запропоновано теоретичні відомості про основні технологічні процеси виробництва газетного паперу зниженої маси, а саме про вибір композиції паперу, теорію розмелювання волокнистих напівфабрикатів, проведення деарації маси, формування паперового полотна, теорію пресування та сушіння паперу, а також про спосіб нанесення друку на газетний папір.

4. Виконано розрахунки матеріального та теплового балансів, згідно з якими для виробництва 1 т повітряно-сухого газетного паперу зниженої маси необхідно: сульфітної хвойної вибіленої целюлози марки Б-II із вмістом абсолютно-сухого волокна – 620,52 кг, деревної маси білої марки А із вмістом абсолютно сухого волокна – 350,74 кг, води – 38,3 м<sup>3</sup>, з якої свіжої – 28,5 м<sup>3</sup>, а також використовується тепла – 29551680,85 кДж/год.

5. Вибрано та розраховано основне технологічне обладнання для виробництва газетного паперу. Запропоновано об'ємно-планувальне рішення будівлі цеху та описано заходи щодо охорони навколишнього середовища.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Путінцева С. В. Сучасний стан і проблеми світового та українського ринків целюлозно-паперової продукції / Вісник ХНТУ №1 (56), 2016 – с.126 – 130.
2. Електронний ресурс. Режим доступу: [zmeu.com.ua](http://zmeu.com.ua)
3. Електронний ресурс. Режим доступу: [www.osnova.ua](http://www.osnova.ua)
4. ТУ У 21.1 – 02126811 – 071 – 2002. Папір газетний зниженої маси. Технічні умови – К.: 2002 – 11 с.
5. ГОСТ 3914 – 89. Целлюлоза сульфитная беленая из хвойной древесины. Технические условия. – М.: И-во стандартов, 1990 – 6 с.
6. ГОСТ10014 – 73. Масса древесная беленая и белая. Технические условия. – М.: ИПК и-во стандартов, 1999 – 5 с.
7. Фляте Д. М. Технология бумаги. – М.: Лесн. пром-сть, 1988 – 440 с.
8. Иванов С. Н. Технология бумаги. – 2-е изд., М.: Лесн. пром-сть, 1970 – 696 с.
9. Примаков С. П., Барбаш В. А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для вузів. – К.: ЕКМО, 2002 – 396 с.
10. Жудро С. Г. Технологическое проектирование целлюлозно-бумажных предприятий. Изд. 2-е, переработ. – М.: Лесн. пром-сть, 1970 – 224 с.
11. Фляте Д. М. Свойства бумаги. – Изд. 3-е, переработанное и добавленное. – М.: Лесн. пром-сть, 1986 – 680 с.
12. Плосконос В. Г., Примаков С. П., Черьопкіна Р. І., Антоненко Л. П., Мовчанюк О. М. Технологія паперу та картону: метод. вказівки до виконання розрахунків матеріального балансу води і волокна для студентів напряму підготовки 0513 – хімічна технологія програми професійного спрямування "Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини" – К.: НТУУ "КПІ", 2011 – 66 с.
13. Коновалов А. Б., Смирнов В. А. Прессовые части бумаго- и картоноделательных машин: Учебное пособие / ГОУВПО СПбГТУРП. СПб.,

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

2006 – 91 с.

14. Бумагоделательное оборудование. Каталог. – ЗАО «Петрозаводскмаш».: Издательство «Скандинавия», 2002 – 196 с.

15. Акулов Б. В., Ермаков С. Г. Производство бумаги и картона: Учебное пособие / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2010 – 440 с.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

# ДОДАТОК

Форм.	Зона	Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
		1	Гідророздівач ГРВн-24	1	
		2	Басейн розпущеної маси	1	
		3	Дисковий млин МД-31	6	
		4	Басейн розмеленої маси	2	
		5	Композиційний басейн	1	
		6	Машинний басейн	1	
		7	Бак постійного рівня	1	
		8	Змішувальний насос №2	1	
		9	Центриклинер	152	
		10	Змішувальний насос №1	1	
		11	Вузловловлювач ВЗ-15	1	
		12	Сортувалька ВС-0,5	1	
		13	Напірний ящик фірми KMW	1	
		14	Грудний вал	1	
		15	Формуюча дошка	1	
		16	Гідропланка	5	
		17	Мокрий ящик	1	
		18	Башмак	1	
		19	Відсмоктувальний ящик	3	
		20	Гауч-вал	1	
		21	Twip-veg прес	1	
		22	Сушильний циліндр	62	
		23	Холдильний циліндр	2	
		24	Каландр	1	
		25	Накат	1	
					ДП 5119. 00.000 ПЗ
Зм	Арк	№ докум	Підп.	Дата	<div>Цех з виробництва газетного паперу в системі ВАТ „Жидачівський ЦПК” з розробленням технологічного потоку Експлікація</div>
Разроб.	Туцька С. А.				
Перев.	Трембус І. В.				
Н.контр.					
Затвер.	Трембус І. В.				
					<div>Літ.</div> <div>Арк.</div> <div>Аркушів</div> <div>1</div> <div>2</div> <div>«КПІ ім. Ізгоря Сікорського», ІХФ, ЛЦ-51</div>

[illegible]